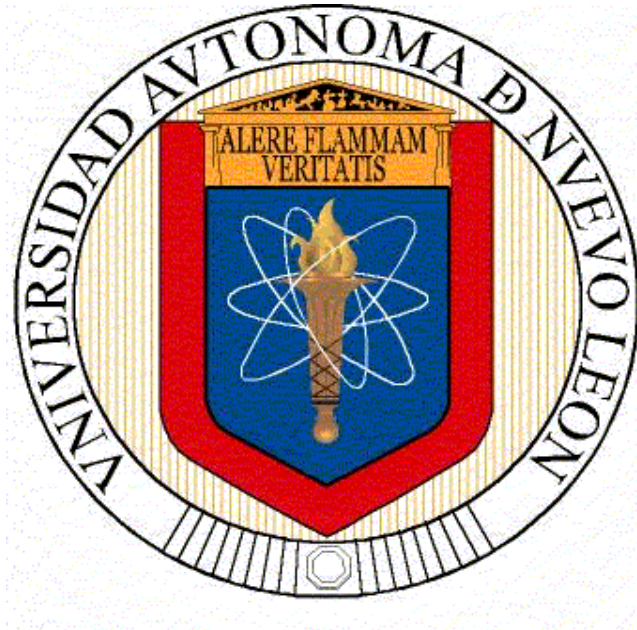


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE AGRONOMÍA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
POSGRADO CONJUNTO EN CIENCIA ANIMAL**



**EFFECTO DE DOMINANCIA SOCIAL SOBRE
COMPORTAMIENTO SEXUAL, CALIDAD SEMINAL Y
VARIACIONES HORMONALES EN MACHOS CABRÍOS
JÓVENES CRIADOS EN PAREJAS DURANTE LA
ESTACIÓN REPRODUCTIVA**

**TESIS QUE PRESENTA
ING. GERARDO PÉREZ MUÑOZ**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRÍA EN CIENCIA ANIMAL**

GENERAL ESCOBEDO, N.L., MÉXICO

JUNIO 2020

**EFFECTO DE DOMINANCIA SOCIAL SOBRE COMPORTAMIENTO
SEXUAL, CALIDAD SEMINAL Y VARIACIONES HORMONALES EN
MACHOS CABRÍOS JÓVENES CRIADOS EN PAREJAS DURANTE LA
ESTACIÓN REPRODUCTIVA**

TESIS

**Como requisito parcial para obtener el grado de:
MAESTRÍA EN CIENCIA ANIMAL**

PRESENTA:

ING. GERARDO PÉREZ MUÑOZ

COMITÉ DE TESIS



Dr. Fernando Sánchez Dávila
Director de Tesis



Dr. sc. agr. Hugo Bernal Barragán
Co-Director de Tesis



Dr. Rodolfo Ungerfeld Morón
Co-Director de Tesis



Dr. Rogelio Alejandro Ledezma Torres
Co-Director de Tesis

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Lic. Ana Lilia Muñoz Zetina

Dr. Eduardo Pérez Hernández

A quienes agradezco profundamente su apoyo incondicional y comprensión durante toda mi formación profesional y personal. Los admiro y mis palabras no bastarán para terminar de mostrar mi aprecio.

Dra. Adriana Navarrete, por ayudarme a encontrar la fuerza y perseverancia necesaria dentro de mí para llegar hasta aquí, a no desistir y enfrentar la vida con valentía.

A MIS AMIGOS:

Emilio, Sandra, Kelly, Arturo, Sammy, Valeria, Peter, Laura y Gaby. Por escucharme y con sus ánimos y apoyo me han ayudado a sacar lo mejor dentro de mí.

Dra. Lorena Lacuesta, mi amiga uruguaya y a mi madre uruguaya, Dra. Islamey Tebot, jamás olvidaré todo su apoyo.

A todos los que me apoyaron durante mi estancia en el Uruguay: Livia, Ophélie, Madeleine, Julia, Juan y Antoni. Cuentan y contarán conmigo siempre.

A mi fuerza interna; que brilla con fuerza en los días buenos y nunca me ha abandonado en los momentos más difíciles.

AGRADECIMIENTOS

Dr. Fernando Sánchez Dávila, gracias por darme la oportunidad de continuar mi formación profesional con usted y su equipo de trabajo. Más gracias aún por enseñarme el valor de tener orden en el trabajo y la importancia de la organización.

Dr. Rodolfo Ungerfeld, gracias por su apoyo durante mi formación profesional, dándome certeza y claridad durante este proceso, toda su hospitalidad en mi estancia fue y es invaluable.

Dr. Hugo Bernal, gracias por su apoyo y aportes para el desarrollo de mi trabajo de investigación durante todo el proceso.

Dr. Rogelio Ledezma, su apoyo constante y consejos los llevo de por vida, gracias por su tiempo y su atención.

A todo el personal de la Unidad Académica Marín; Dra. Nydia Vasquez, Ing. Esteban Campos y MVZ Yuriana Macías, les agradezco la paciencia y el apoyo constante.

A CONACYT, la UANL y la UdelaR; por darme la oportunidad de continuar con mi crecimiento profesional.

“NO EXISTE FALTA DE TIEMPO, EXISTE FALTA DE INTERÉS. PORQUE CUANDO LA GENTE REALMENTE QUIERE, LA MADRUGADA SE VUELVE DÍA, MARTES SE VUELVE SÁBADO Y UN MOMENTO SE VUELVE UNA OPORTUNIDAD.”

ABREVIATURAS

ANOVA	Análisis de varianza
°C	Grados centígrados
CE	Circunferencia escrotal
DMB	Macho cabrío dominante
SMB	Macho cabrío subordinado
CRH	Hormona liberadora de corticotropina
EDTA	Ácido etilendiaminotetraacético
EE	Electroejaculador
FSH	Hormona folículo estimulante
GnRH	Hormona liberadora de gonadotropinas
h	Hora (s)
HR	Humedad relativa
LH	Hormona luteinizante
mg	Miligramos
SAS	Statistical Analysis Software
VA	Vagina artificial

INDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo	4
1.2. Hipótesis	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. Estacionalidad reproductiva en machos.....	5
2.2. Espermatogénesis en el macho cabrío	6
2.3. Análisis de eyaculado	9
2.4. Cortisol y fisiología del estrés en machos cabríos	11
2.5. Factores sociales y comportamiento sexual en machos.....	12
2.6. Medición de conducta sexual en sementales	14
3. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1. Ubicación del experimento.....	17
3.2. Manejo general del hato.....	17
3.3. Toma de muestras de sangre.....	18
3.4. Evaluación de semen.....	19
3.5. Diámetro testicular	20
3.6. Determinación de comportamiento sexual	20
3.7.1. Primera etapa de muestreo	20
3.7.2. Segunda etapa de muestreo	21
3.8. Análisis estadístico	21

4. RESULTADOS	24
5. DISCUSION.....	70
6. CONCLUSIONES.....	76
7. REFERENCIAS.....	77

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Principales efectos en parámetros reproductivos asociados a composición física y calidad seminal observados en diadas de machos dominantes (dom-dom) criados en parejas. smb = machos subordinados (n=6) dmb = machos dominantes (n=6).	25
2. Principales efectos en parámetros reproductivos asociados a comportamiento sexual observados en diadas de machos dominantes criados en parejas (dom-dom) de forma individual y en competencia en machos cabríos jóvenes criados en parejas. sub = machos subordinados (n=6) dom = machos dominantes (n=6).	33
3. Principales efectos en parámetros reproductivos asociados a composición física y calidad seminal observados en machos subordinados criados en parejas (sub-sub). sub = machos subordinados (n=6) dom = machos dominantes (n=6).	40
4. Principales efectos en parámetros reproductivos asociados a comportamiento sexual observados en diadas de machos subordinados (sub-sub) de forma individual y en competencia criados en parejas. sub = machos subordinados (n=6) dom = machos dominantes (n=6).	47
5. Principales efectos en biometrías hemáticas en diadas de machos dominantes (dom-dom) durante el periodo de reagrupamiento.* sub = machos subordinados (n=6) dom = machos dominantes (n=6).	56
6. Principales efectos en biometrías hemáticas en diadas de machos dominantes (sub-sub) durante el periodo de reagrupamiento.* sub = machos subordinados (n=6) dom = machos dominantes (n=6).	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Proceso de espermatogénesis ilustrando las etapas de espermatocitogénesis, meiosis, espermiogénesis y espermiación. (modificado de saladín, 2013).	7
2. Peso vivo (a) y circunferencia escrotal (b) de machos cabríos jóvenes criados en parejas y posteriormente reagrupados en parejas de machos dominantes DOM-DOM (DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($p<0.05$).	26
3. Ce*pv (a), volumen seminal (ml) (b) y motilidad masal spz (c) de machos cabríos jóvenes criados en parejas y posteriormente reagrupados en parejas de machos dominantes DOM-DOM (DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($p<0.05$).	28
4. Motilidad progresiva (%) (a) y concentración spz (millones/ml) de machos cabríos jóvenes criados en parejas y posteriormente reagrupados en parejas de machos dominantes DOM-DOM (DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($p<0.05$).	29
5. Total de espermatozoides (millones) (a) y total de espermatozoides con motilidad progresiva (millones) (b) de machos cabríos jóvenes criados en parejas y posteriormente reagrupados en parejas de machos dominantes DOM-DOM (DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($p<0.05$).	31

Figura	Página
<p>6. Montas con eyaculado (a), rendimiento de monta (b) y tiempo a primera monta con eyaculado (c) de machos cabríos jóvenes criados en parejas y posteriormente reagrupados en parejas de machos dominantes DOM-DOM (DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($p<0.05$).</p>	34
<p>7. Montas con eyaculado (a) y rendimiento de monta (b) de machos cabríos jóvenes cabríos jóvenes criados en parejas y posteriormente reagrupados en parejas de machos dominantes DOM-DOM (DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($p<0.05$).</p>	37
<p>8. Tiempo primer monta con eyaculado (a) y acercamientos laterales (b) de machos cabríos jóvenes criados en parejas y posteriormente reagrupados en parejas de machos dominantes DOM-DOM (DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($p<0.05$).</p>	39
<p>9. Peso vivo (kg) (a), circunferencia escrotal (b) y peso vivo con circunferencia escrotal (c) de machos cabríos jóvenes criados en parejas y posteriormente reagrupados en parejas de machos subordinados (SUB-SUB). machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($p<0.05$).</p>	42
<p>10. Volumen (ml) (a), motilidad masal (b) y motilidad progresiva (%) (c) de machos cabríos jóvenes criados en parejas y posteriormente reagrupados en parejas de machos subordinados (SUB-SUB). DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($p<0.05$).</p>	44

Figura	Página
<p>11. Concentración spz (a), total spz (b) y total spz con motilidad progresiva (c) de machos cabríos jóvenes criados en parejas y posteriormente reagrupados en parejas de machos subordinados (SUB-SUB). DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($p<0.05$).</p>	46
<p>12. Montas con eyaculado (a), rendimiento de monta (b) y tiempo a primera monta con eyaculado (c) de machos cabríos jóvenes criados en parejas y posteriormente reagrupados en parejas de machos subordinados (SUB-SUB). DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($p<0.05$).</p>	49
<p>13. Inicio de cortejo (a), intentos de monta (b) y montas con eyaculado (c) de machos cabríos jóvenes criados en parejas y posteriormente reagrupados en parejas de machos subordinados (SUB-SUB). DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($p<0.05$).</p>	52
<p>14. Montas con eyaculado (a), rendimiento de monta (b) y tiempo primer monta con eyaculado (c) de machos cabríos jóvenes criados en parejas y posteriormente reagrupados en parejas de machos subordinados (SUB-SUB). DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($p<0.05$).</p>	54
<p>15. Acercamientos laterales de machos cabríos jóvenes criados en parejas y posteriormente reagrupados en parejas de machos subordinados (SUB-SUB). DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($p<0.05$).</p>	55

Figura	Página
16. Eritrocitos (a), hemoglobina (b) y hematocrito (c) en diadas de machos dominantes (DOM-DOM) durante el periodo de reagrupamiento. (DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($p<0.05$).	57
17. Volumen globular (a), mchc (b) y monocitos (c) en diadas de machos dominantes (DOM-DOM) durante el periodo de reagrupamiento. (DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($p<0.05$).	59
18. Plaquetas en diadas de machos dominantes (DOM-DOM) durante el periodo de reagrupamiento. (DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($p<0.05$).	60
19. Leucocitos (a), hemoglobina (b) y hematocrito (c) en diadas de machos subordinados (SUB-SUB) durante el periodo de reagrupamiento. (DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($p<0.05$).	62
20. Volumen globular (a), mchc (b) y linfocitos (c) en diadas de machos subordinados (SUB-SUB) durante el periodo de reagrupamiento. (DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($p<0.05$).	64
21. Monocitos (a) y neutrófilos segmentados (b) en diadas de machos subordinados (SUB-SUB) durante el periodo de reagrupamiento. (DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($p<0.05$).	65

Figura	Página
22. Concentraciones de cortisol (a) y testosterona (b) de machos cabríos jóvenes reagrupados en parejas de machos dominantes (DOM-DOM) DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm eem) ($p < 0.05$).	67
23. Concentraciones de cortisol (a) y testosterona (b) de machos cabríos jóvenes reagrupados en parejas de machos subordinados (SUB-SUB) DMB machos dominantes línea negra continua n=6; machos subordinados línea gris. (media \pm sem) ($p < .05$).	69

RESUMEN

Considerando que el rango social es uno de los factores que puede afectar la conducta sexual en machos cabríos, la presente investigación tuvo como objetivo determinar si el cambio en la posición jerárquica de machos cabríos jóvenes luego de ser reagrupados de acuerdo con su posición de dominancia, influye en su estatus reproductivo. Se utilizaron 24 machos de las razas Saanen, Alpina y Nubia (edad inicial promedio de 3.0 ± 0.1 meses y peso inicial promedio de 35.3 ± 2.9 kg), agrupados en parejas de acuerdo con su peso durante 7 semanas. La posición de dominancia (PD) fue determinada con una prueba de competencia alimenticia. Posteriormente fueron reagrupados en parejas de dominantes (DOM) y subordinados (SUB) durante 7 semanas. Semanalmente fueron registradas las variables: peso vivo, circunferencia escrotal, calidad seminal, perfil hematológico y comportamiento sexual con una hembra en estro. Las variables de peso vivo, circunferencia escrotal, calidad seminal y el perfil hematológico no fueron afectados por la PD. En las diadas DOM, los machos que permanecieron siendo dominantes realizaron más comportamientos de flehmen, intentos de montas y montas con eyaculado ($P < 0.0001$). La concentración de testosterona después del reagrupamiento fue afectada por la PD en diadas de machos DOM ($P = 0.001$). En las diadas SUB, los machos de mayor jerarquía realizaron más acercamientos laterales ($P = 0.0003$), intentos de monta ($P = 0.02$) y montas sin eyaculado ($P < 0.0001$). En conclusión, el reacomodo en la posición jerárquica al reagrupar machos jóvenes en parejas incrementó los niveles de estrés en los animales y junto con ello, modificó su comportamiento sexual, siendo más intenso en diadas de machos dominantes de forma independiente a su posición jerárquica previa.

ABSTRACT

Considering that social rank is one of the factors that can affect sexual behavior in male buck kids, the aim of this study was to determine if the dominant position of male buck kids acutely joined during their development affects their sexual behavior. For this experiment, 24 male kids of Saanen, Alpine and Nubian breeds (avg. initial age of 3.0 ± 0.1 months and avg. initial weight of 35.3 ± 2.9 kg), were grouped in dyads according to their weight for 7 weeks and their dominance outcoming position (PD) was determined with a food competition test. They were thereafter regrouped in dyads of dominant (DOM) and subordinate (SUB) buck kids for 7 weeks. Every week the variables live weight, scrotal circumference, seminal quality, hematological profile, and sexual behavior toward an oestrous ewe, were determined. Body weight, scrotal circumference, seminal parameters and hematological profile were not affected by PD. In DOM dyads, males remaining dominant displayed more flehmen, mount attempts and mounts with ejaculate ($P < 0.0001$). Furthermore, testosterone serum concentrations after regrouping was affected by PD in DOM dyads ($P = 0.001$). In SUB dyads, males of higher hierarchy displayed more lateral approaches ($P = 0.0003$), mount attempts ($P = 0.02$) and mounts without ejaculate ($P < 0.0001$). In conclusion, regardless of their previous social rank regrouping male buck kids in dyads modified their sexual behavior. In dominant dyads sexual behavior of dominant buck kids after grouping, was more effective and displayed more courtship and consummatory behaviors than those subordinated animals.

1. INTRODUCCIÓN

El sector caprino ha sido en los primeros años del siglo XXI una de las actividades pecuarias con mayor crecimiento a nivel internacional. El principal productor de caprinos es China, generando 2,200,000 toneladas de carne anualmente, seguido de India, Pakistán, Nigeria y Bangladesh, los cuales constituyen el 20% de las cabezas de caprino a nivel mundial (FAO, 2016).

El incremento del hato caprino se asocia a la capacidad de las cabras para producir leche, carne y piel, así como de adaptarse a climas variados con diferentes sistemas de explotación.

Dentro del panorama internacional, México se encuentra posicionado en el lugar 23 a nivel productivo, generando 39,500 toneladas de carne al año (FAO, 2016).

De ellas, el 3.8% es producido en el Estado de Nuevo León, en el que se llevan a sacrificio 400,000 cabezas al año. Debido a una demanda de carne de cabrito aún mayor, el sector restaurantero debe importar cabezas de otras regiones del país, incrementando esto el costo hacia el consumidor.

La producción de carne de caprino se ha mantenido en niveles estables en los últimos 8 años (SIAP, 2017), lo cual se debe entre otras causas a un bajo nivel de desarrollo tecnológico, poca capacitación de los productores para mejorar el rendimiento del hato y regímenes nutricionales deficientes.

Por ello es necesario ahondar en nuevas estrategias de manejo que permitan incrementar la eficiencia del hato e identificar los aspectos clave para satisfacer las demandas del mercado, mejorar la calidad de la canal y el tamaño de la producción en carne, leche y derivados.

Uno de los aspectos clave para mejorar el rendimiento del hato es la adecuada evaluación de la capacidad reproductiva de los sementales, por medio de la realización de un examen físico general, uno específico del aparato reproductor, un examen de calidad seminal y otro de su libido y capacidad de monta (Porras y Páramo, 2009), con el objetivo de asegurar una adecuada selección de machos que contribuya a mejorar la eficiencia y rentabilidad de la unidad reproductiva.

Estudios previos han evaluado la jerarquización social de carneros criados en parejas, identificando que los machos dominantes exhiben una mayor precocidad sexual y mayor capacidad reproductiva respecto a los machos subordinados. Se ha reportado también una influencia negativa en la producción de testosterona, por efecto del estrés del agrupamiento de los machos cabríos (Lacuesta y Ungerfeld, 2012; Giriboni et al., 2015; Sánchez-Dávila et al., 2018).

En caprinos alojados en hatos con diferentes densidades se evaluaron las interacciones sociales registradas entre ellos, así como los niveles de cortisol en sangre para determinar si los niveles de dicha hormona varían en función al tamaño del hato, identificando que el tamaño del corral y el tamaño del hato influye en el incremento de estrés a causa del agrupamiento, impactando negativamente en el aumento de peso de los machos cabríos y en la productividad del hato (Kikusui et al., 2006; Vas et al., 2013).

Miranda-de la Lama y colaboradores (2010) registraron cambios de comportamiento al intensificar los sistemas de producción y su efecto en aspectos tales como nutrición, reproducción y enfermedades. Observaron que la estructura social tiene una gran importancia en el desarrollo fisiológico y etológico en caprinos, modificando la frecuencia de actos de cortejo, cópula y el nivel de estrés en cabras

agrupadas en hatos de diferentes densidades.

Hasta el momento hay poca información en la literatura acerca del efecto de reagrupar machos cabríos previamente criados en parejas y respecto a cómo son afectadas las concentraciones séricas de cortisol y testosterona, calidad seminal y comportamiento sexual tras dicho agrupamiento.

1.1. Objetivo

Determinar si el cambio en la posición jerárquica luego de ser reagrupados de acuerdo con su posición de dominancia, influye en el estatus reproductivo de machos cabríos jóvenes, considerando las variables: peso vivo, circunferencia escrotal, calidad seminal y comportamiento sexual, la concentración de cortisol y testosterona en sangre durante la estación reproductiva.

1.2. Hipótesis

Los machos jóvenes dominantes criados en parejas tendrán un mejor rendimiento reproductivo, el cual continúa al ser reagrupados, observando concentraciones de cortisol más elevadas en los machos dominantes respecto a los subordinados, de forma independiente a su posición jerárquica previa.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Estacionalidad reproductiva en machos

El fotoperiodo es uno de los factores clave para regular la reproducción de caprinos, debido a su constancia en variación durante el año. En el caso de caprinos, la época reproductiva está asociada a un patrón anual que inicia a finales de verano e inicios del otoño, cuando se presenta una reducción del fotoperiodo (Zarazaga et al., 2010). Esta estrategia evolutiva desencadena una cascada de señales a nivel fisiológico que devienen en el agrupamiento de la época en que las hembras son gestantes, así como la supervivencia de las crías (Hafez, 2000).

El ciclo reproductivo en rumiantes responde propiamente a un incremento en la concentración de melatonina en el sistema circulatorio del organismo.

Al ser captada en la retina, una reducción en la señal luminosa, esta información es transformada en señal eléctrica y pasa a través del tracto retino-hipotalámico. Posteriormente la señal es captada en el núcleo supraquiasmático y transportada al núcleo paraventricular. Posteriormente, la señal eléctrica es traducida a una señal química en el ganglio cervical superior, la cual actúa como un mecanismo de retroalimentación positiva para sintetizar noradrenalina, esta es posteriormente captada por los receptores alfa y beta adrenérgicos localizados en la membrana celular de los pinealocitos y mediante esta cascada de señalización inicia la síntesis de la enzima n-acetil-transferasa la cual es un precursor de gran importancia para la melatonina (Arroyo, 2011).

La melatonina cumple una función importante en el desarrollo testicular y en la

prevención de daño y calidad de los espermatozoides, mejorando la calidad del eyaculado y teniendo un papel relevante en la motilidad de los espermatozoides procedentes de sementales durante la estación reproductiva (Casao et al., 2009; Benmoula et al., 2017).

2.2. Espermatogénesis en el macho cabrío

El proceso fisiológico de la espermatogénesis es clave en la regulación de las funciones sexuales del macho. Su entendimiento permite al productor un adecuado programa de manejo reproductivo (Bongso et al., 1982; França et al., 1999).

El proceso del desarrollo de células germinales se encuentra regulado por el sistema endócrino, propiamente por el eje hipotalámico-hipofisiario-gonadal, en conjunto con la tiroides (Hafez, 2000). De acuerdo con lo reportado en la literatura, a partir de las 12 semanas de edad se presenta un aumento de las concentraciones de LH en sangre para posteriormente ser captados por los receptores localizados en las células de Leydig y promover la producción de andrógenos, lo cual a su vez sirve como mecanismo de retroalimentación positiva sobre el epitelio seminífero, dando la pauta para el inicio de la espermatogénesis (De Martino et al., 1989; Ahmad et al., 1996).

Dentro del epitelio seminífero se desenvuelve un proceso ampliamente dinámico y continuo en el cual las células espermatogoniales atraviesan una serie de divisiones a través de las cuales pasan de gametos haploides inmaduros a espermatozoides. Las cuatro etapas en las que se desarrolla la espermatogénesis son: Espermatocitogénesis, meiosis, espermiogénesis y espermiación, las cuales son representados en la Figura 1.

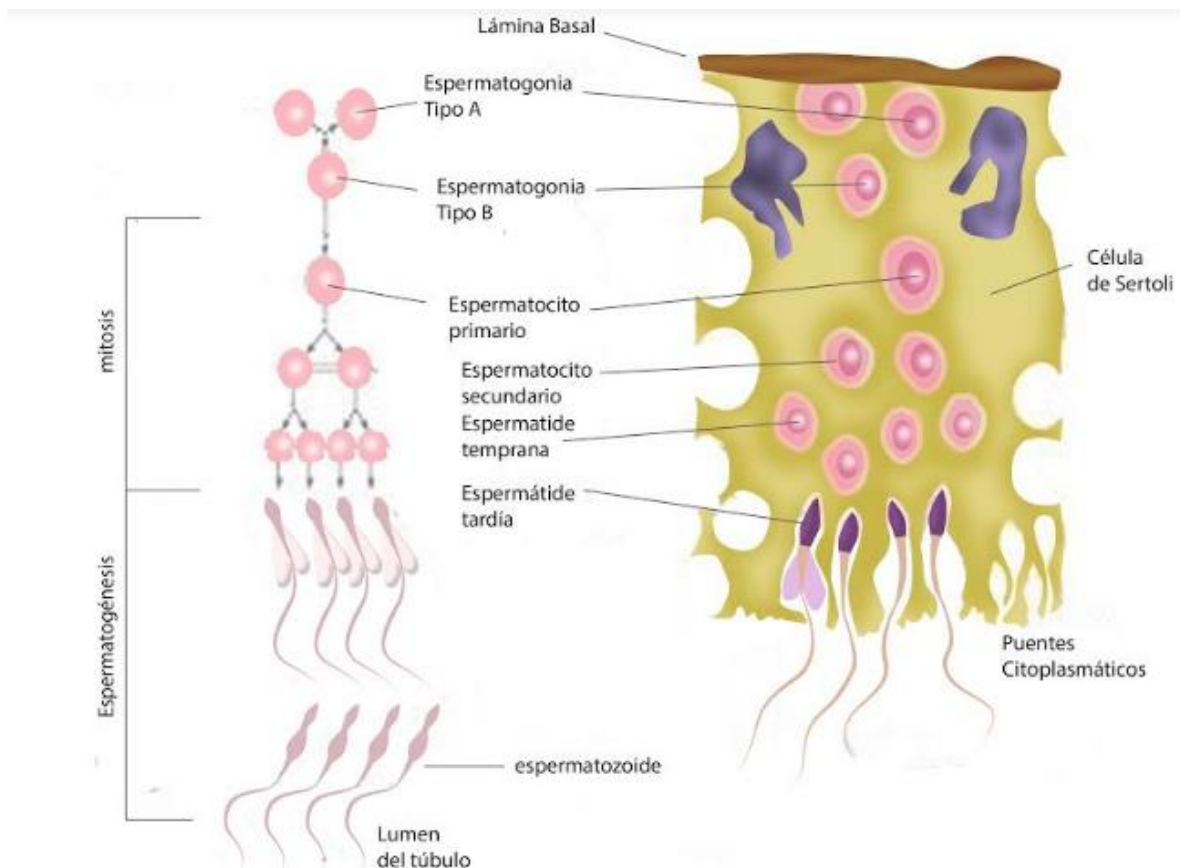


Figura 1. Proceso de espermatogénesis ilustrando las etapas de espermatocitogénesis, meiosis, espermiogénesis y espermiación. (Modificado de Saladín, 2013).

La espermatocitogénesis corresponde a la etapa del proceso en la cual se desarrollan las espermatogonias. Al inicio de la pubertad, las espermatogonias tipo A crecen e inician un proceso de diferenciación hasta formar espermatogonias tipo B (Málaga et al., 2005). Posteriormente se desarrolla la primera división meiótica, en la que se forman los espermatocitos primarios y tras la terminación de la meiosis I cada uno de los espermatocitos primarios origina a dos espermatocitos secundarios con los que inicia la meiosis II. Al finalizar esta segunda meiosis se obtienen cuatro espermátidas haploides necesarios para iniciar la siguiente fase del proceso.

Al generar las espermátidas, mediante la espermiogénesis se producen una serie de cambios a nivel citológico, que resultan en la formación de espermatozoides. Entre estas modificaciones se destaca una condensación de la cromatina, la formación del flagelo y el condensamiento de las mitocondrias para finalizar el proceso con la espermiación. Los espermatozoides formados, pasan de los túbulos seminíferos al epidídimo para proseguir con su maduración. Se estima que un ciclo espermatogénico tiene una duración aproximada de 40 a 58 días en machos cabríos (França et al., 1999; Mclachlan et al., 2002).

El proceso por el cual se regula el funcionamiento reproductivo depende también de la liberación de otras hormonas por parte del sistema endócrino como la FSH y la inhibina, manteniendo regulada la actividad mitótica (Mclachlan et al, 2002).

En conjunto con las células de Sertoli del epitelio seminífero, otros factores regulatorios para su desarrollo, proveen la señalización de procesos apoptóticos de los espermátocitos (Pino et al., 2013).

Por consiguiente, los mecanismos regulatorios recaen principalmente en el sistema endócrino, pero factores tales como la nutrición, estacionalidad reproductiva, temperatura ambiental o la administración de medicamentos pueden influir en la calidad seminal y en el desarrollo diferencial de las células germinales (Hafez, 2000; Azawi et al., 2012; Deng et al., 2018).

2.3. Análisis de eyaculado

El análisis de las características funcionales y morfológicas permite predecir la viabilidad reproductiva del semental evaluado, así como diagnosticar y caracterizar el eyaculado producido por el macho (Quintero et al, 2017).

Como parámetros espermáticos clásicos se consideran la motilidad, el volumen, concentración y vitalidad espermática, pruebas que se recomiendan establecer de forma rutinaria para la evaluación del hato.

Dos métodos de colecta de semen usados con regularidad en investigación y producción son la vagina artificial (VA) y el electroeyaculador (Chenoweth, 2014; Jiménez-Rabadán et al., 2016).

Las principales ventajas del uso de la VA como método de extracción son una mejor concentración espermática, motilidad y porcentaje de espermatozoides con una mitocondria activa del eyaculado. Las desventajas del uso de VA son que el volumen y el índice de fragmentación de DNA es más bajo respecto al obtenido por electroeyaculación y la extracción depende del entrenamiento y disposición del macho (Jiménez-Rabadán et al., 2012; Chenoweth, 2014).

Por su parte, la extracción de semen mediante electroeyaculador se basa en la estimulación de las glándulas accesorias (ampollas seminales, vesículas seminales, próstata y glándulas bulbouretrales) mediante pulsos eléctricos de 2 a 8 V en intervalos de 2 a 3 segundos (Hafez, 2000; Chenoweth, 2014).

Las ventajas de este método de colecta es que se tiene un mayor volumen de muestra, se puede realizar la colecta sin ningún entrenamiento previo, se obtienen porcentajes aceptables de motilidad y permite la obtención de muestras cuando el

animal tiene falta de libido (Marco-Jiménez et al., 2008; Ja'afaru et al, 2019).

Las principales desventajas del método de electroeyaculador son el estrés producido por la manipulación de los animales, incremento en los niveles de cortisol y de glucosa, así como daños al tejido del miocardio producto de los pulsos eléctricos (Damian y Ungerfeld, 2011; Abril-Sánchez et al, 2017; Ja'afaru et al, 2019).

Una evaluación rutinaria de eyaculado responde principalmente a: determinar la capacidad reproductiva del animal evaluado para su certificación, identificar afecciones reproductivas o del procesamiento del semen para su uso en técnicas de inseminación.

Dentro de los parámetros para la caracterización de las muestras se encuentra el volumen de eyaculado, registrado utilizando un tubo de colecta graduado (medido en mL). La motilidad masal es determinada usando un microscopio óptico en 10x, valorando la muestra con un valor numérico del 1 al 5. La motilidad progresiva usando un cubreobjetos por observación directa en microscopio para obtener valoraciones del 0 al 100 (Vallecillo et al, 2011; Sánchez-Dávila et al, 2018; Ja'afaru et al, 2019).

La concentración espermática es uno de los aspectos clave a evaluar en una muestra de eyaculado. Los métodos manuales de conteo utilizando observación directa en cámaras de Neubauer o de Makler, son diferentes al uso de espectofotómetro como una alternativa que ayuda a minimizar el tiempo de conteo y una gran precisión si se asegura que el equipo sea utilizado adecuadamente y éste se encuentre calibrado, siendo en la actualidad el método más recurrente para establecer la concentración espermática (Quintero et al, 2017).

La literatura señala que hay factores ambientales, hormonales y estresantes del animal que influyen en el análisis de la muestra; destacando como principal fuente de variación a la estacionalidad reproductiva, altitud y estrés por manipulación al hacer la colecta (Ritar, 1993; Maxwell et al, 2007; Jiménez-Rabadán et al, 2012; Abril-Sánchez et al, 2017).

2.4. Cortisol y fisiología del estrés en machos cabríos

Dentro del manejo de caprinos se ha buscado desarrollar estrategias que permitan mejorar la calidad y eficiencia de los hatos. A nivel intensivo, el manejo que se lleva a cabo va desde el suministrar medicamentos, palpación, extracción de semen o limpieza de corrales. Estas actividades de manejo, en conjunto con otros factores; como el tamaño del hato, hacinamiento, alimentación o el sistema inmunológico de los animales, influyen en la respuesta fisiológica del organismo hacia las diversas situaciones estresantes (Apple et al, 1993; Solano et al, 2004; Andersen et al, 2008). Los factores estresantes más comunes en la producción caprina son principalmente los causados por el calor ambiental y el aumento de la temperatura corporal, privación o falta de acceso a alimento o agua, así como las modificaciones en la estructura jerárquica del hato o cambio de hábitat (Kruger et al., 2016).

Dentro de las respuestas a nivel fisiológico presentes en los machos cabríos en situaciones de estrés se encuentra la secreción de glucocorticoides (GC), los cuales ejercen un efecto de retroalimentación negativa sobre el eje hipotálamo-hipofisiario-gonadal, reduciendo la síntesis de GnRH y junto con ello inhibiendo la síntesis de gonadotropinas y de las hormonas esteroideas sexuales (Aoyama et al, 2003;

Giriboni et al., 2015; Iyasere et al, 2018). Este mecanismo endócrino tiene como finalidad estimular al organismo para responder a factores estresantes; como la pérdida del apetito, supresión del sistema inmune, movilización de energía, vasoconstricción y la pérdida de la erección y de comportamientos sexuales receptivos (Sapolsky y Ray, 1989).

2.5. Factores sociales y comportamiento sexual en machos

El agrupamiento de machos cabríos es una práctica extendida principalmente en sistemas de manejo estabulados y mixtos alrededor de México, (Hernández, 2000; Merlos-Brito et al, 2008).

El estudio del comportamiento ha mostrado que el establecimiento de rangos jerárquicos y de organización social, influyen en el comportamiento sexual que será exhibido por un macho en condiciones de agrupamiento (Price et al, 1998; Miranda-de la Lama y Mattiello, 2010). Dicha dominancia va relacionada a su vez con el peso vivo del animal y su edad principalmente como parte de un despliegue de competencia reproductiva, lo cual orienta a los productores como un criterio clave de selección de sementales (Clutton-Brock y Huchard, 2013; Clutton-Brock, 2017). Al permanecer en condiciones de convivencia, uno de los machos tiende a acaparar el acceso a las hembras en estro con la finalidad de asegurar su éxito reproductivo, siendo este considerado el macho dominante, el cual inicia un despliegue de comportamientos de dominancia, como la competencia por acceso a alimento, incremento de actividad física y acaparamiento de mejores sitios de descanso, mientras que el macho subordinado en nivel jerárquico, inicia conductas del tipo

evasivo o de sumisión y el comportamiento sexual es caracterizado por estrategias del tipo oportunista (Orgeur et al, 1990; Mainguy y Côté, 2007). El macho dominante se caracteriza por tener un comportamiento más agresivo respecto al resto de los machos y es también el que presenta una mayor actividad sexual (Klemm et al, 1983; Price et al, 1984).

Entre las actividades desplegadas principalmente por el macho dominante destacan el incremento en las vocalizaciones, movimientos de cabeza, golpeteos, embestidas y desplazamiento y protección a la hembra en celo (tending) de otros machos (Saunders et al., 2005), llegando así a inhibir el comportamiento sexual de los machos subordinados (Addison y Baker, 1982; Price et al, 1987).

De acuerdo con Mainguy y Côté (2008), el establecimiento de la posición de dominancia es acentuada con las características sexuales secundarias, lo cual se relaciona también con la edad y el peso corporal del animal (Clutton-Brock et al., 1982; Pelletier y Festa-Bianchet, 2006), contribuyendo a afianzar la posición jerárquica del macho y estructura social dentro del hato. Conforme alcanzan la madurez sexual incrementa la frecuencia de montas con eyaculado, rendimiento de monta y producción de semen en machos rumiantes dominantes en comparación a los subordinados (Shackleton, 1991; Saunders et al., 2010; Sánchez-Dávila et al, 2018).

2.6. Medición de conducta sexual en sementales

Para determinar el potencial como posible semental, es necesario establecer pruebas que permitan identificar y categorizar a los machos de acuerdo a un puntaje, tomando en consideración de forma integral tanto sus características físicas, tales como el peso, condición corporal, así como su comportamiento sexual (Mellado, 2008).

Las evaluaciones para determinar la eficiencia de monta en machos cabríos consisten típicamente en exponer a un macho con una hembra en estro, por un periodo de tiempo que oscila entre los 15-20 minutos a 1 hora en un corral sin distractores. Durante este periodo un observador lleva un registro de la cantidad de comportamientos sexuales. Son pruebas rápidas, prácticas y económicas que permiten identificar la disposición del macho de servir a la hembra y junto con ello, descartar machos con perfiles poco adecuados dentro de un programa reproductivo en monta natural en el menor tiempo posible (Ocanto et al., 1991; Price et al., 1991; Imwalle y Katz, 2004).

En las pruebas de capacidad reproductiva, la motivación se vincula con la libido del animal y por esta razón algunos autores recomiendan el uso de más de una hembra en estro (Katz, 2008). Otros factores que influyen en el desempeño de los machos en la evaluación de capacidad reproductiva son la raza del animal, estación del año, edad, la experiencia sexual que tengan y la posición jerárquica que ocupe el macho (Orihuela, 2014).

Para la evaluación del comportamiento sexual en machos cabríos hay distintas estrategias que se pueden implementar para determinar actos de cortejo y actos de

apareamiento. La prueba de tiempo de reacción permite identificar el tiempo que toma al macho el lograr la primera monta con eyaculado y con ello tener un estimado de la libido del macho evaluado (Pérez y Mateos, 1993).

La prueba de capacidad de servicio es una de las pruebas más utilizadas. Consiste en colocar al macho ante una o varias hembras en celo por un periodo determinado, usualmente entre los 15 a los 60 min dentro de un corral. Durante este periodo un observador cuenta la cantidad de interacciones entre el macho y la(s) hembra(s), las cuales pueden opcionalmente calificarse o bien, únicamente indicar la frecuencia con la cual se presentan los actos de cortejo, las montas o las eyaculaciones según sea el caso (Chenoweth, 1983; Páez-Barón y Corredor-Camargo, 2014)

Las observaciones pueden realizarse de forma individual o de forma grupal. Las observaciones individuales se deben de hacer en ausencia de otros machos, mientras que en las grupales deberá de tomar en cuenta que deben ser de edades similares para darle exactitud a la prueba, buscando realizar mínimamente tres pruebas para estimar la capacidad de servicio (Vejarano et al., 2005; Madrid-Bury et al., 2011).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

El presente experimento se desarrolló durante la estación reproductiva (agosto-diciembre) de las cabras, en el Laboratorio de Reproducción Animal de la Unidad Académica “Marín” de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicado en Marín, Nuevo León, México y localizado a 25° 52' 30" latitud norte y 100° 03' 40" de longitud oeste, con una elevación de 393 msn.

3.2. Manejo general del hato

Se utilizaron 24 machos de las razas Saanen, Alpina y Nubia (edad inicial promedio de 3.0 ± 0.1 meses y peso inicial promedio de 35.3 ± 2.9 kg), distribuidos en 12 corrales de 3 m² de acuerdo con el peso vivo correspondiente a las 12 parejas formadas.

Se puso a disposición de los animales alimento y agua a libre acceso durante toda la duración del experimento. El régimen alimenticio consistió en un concentrado que contenía 13% de proteína y 2.2 Mcal EM/kg, 2 veces por día, a disposición de los machos en los dos comederos dispuestos en cada uno de los corrales de 3m², con acceso a agua *ad libitum*.

Se dispusieron cuatro hembras en un corral completamente aislado de 4 m² con alimento a disposición libre, con la misma composición nutrimental que en los machos, junto con ello, el agua fue dispuesta en bebederos para su libre consumo. Cada hembra fue estrogenizada con 1 mg de benzoato de estradiol

(Syntex, Virbac, Jalisco, México), administrado de forma diaria tres días antes de la medición del comportamiento sexual.

El manejo de las unidades experimentales utilizadas en este estudio se realizó siguiendo las especificaciones de manejo, cuidado y uso de animales de laboratorio (SAGARPA, 2001). Todos los procedimientos experimentales realizados fueron aprobados por el Comité de Bioética y Bienestar Animal (Folio: 02/2018) de la Facultad de Veterinaria y Zootecnia de la UANL.

3.3. Toma de muestras de sangre

A partir de las 12 semanas de edad hasta el final de la primera etapa (siete semanas), se recolectaron semanalmente 2 muestras de sangre de cada cabra, por medio de punción de la vena yugular. La primera muestra fue con tubo vacutainer de 7 ml y agujas calibre 20.

Esta muestra se centrifugó a 1,500 g por 30 minutos para extraer el suero y almacenarlo a – 20 °C para su posterior análisis. La segunda muestra fue con tubo con EDTA K2, se refrigeró e inmediatamente se llevó a un laboratorio comercial para que se determinaran metabolitos sanguíneos. La medición de concentración plasmática de testosterona se llevó a cabo por el método de ELISA, utilizando un kit comercial (Mexlab, México). El límite inferior de detección fue de 0.2 nmol/mL y el coeficiente de variación inter e intra-ensayo fue de 5.4% y 3.8% respectivamente.

La medición de concentración plasmática de cortisol se llevó a cabo por el método de ELISA, utilizando un kit comercial (Mexlab, México). El límite inferior de detección fue de 0.7 nmol/mL y el coeficiente de variación inter e intra-ensayo fue de 8.6% y 6.2% respectivamente.

Cada semana, se realizaron biometrías hemáticas con la finalidad de conocer los valores de leucocitos totales, eritrocitos y hemoglobina. (CELL/DYN-1800, USA).

3.4. Evaluación de semen

Por un periodo de 12 semanas, el jueves de cada semana se colectó una muestra de semen de cada macho cabrío, utilizando un electro eyaculador (Standard Precision Electronics, Broomfield, Colorado, USA) proporcionando descargas de 1 a 15 V cada 5 s con descansos de 3 s hasta recolectar la muestra de eyaculado. Las variables de calidad seminal que se evaluaron fueron:

Motilidad masal: determinada en una escala de 0 a 5 (Chacón et al., 2019).

Volumen: usando un tubo graduado en mL

Concentración espermática: determinada utilizando un espectrofotómetro (SDM1-photometer, Minitube, Alemania).

Número total de espermatozoides en el eyaculado: determinado por la concentración de espermatozoides presentes en el volumen del eyaculado (Schwartz et al., 1979).

Motilidad progresiva: calculada como un porcentaje por observación directa en microscopio en 10x (Elmaz et al., 2007).

3.5. Diámetro testicular

La circunferencia escrotal (CE) se midió utilizando un calibrador/pie de rey (Espitia-Pacheco et al., 2017), realizando la medición cada semana a partir de las 12 semanas de edad hasta la finalización del experimento. La CE * PV también fue considerado para este experimento de acuerdo con lo reportado por Ungerfeld y Pensado (2008).

3.6. Determinación de comportamiento sexual

El comportamiento sexual se evaluó utilizando 4 cabras estrogenizadas con 0.5 mg de benzoato de estradiol (Syntex, Virbac, Jalisco, México) administrado durante tres días antes de la prueba de comportamiento, la cual consistió en colocar a cada macho en forma individual con una cabra estrogenizada en un corral de 4 m² completamente aislado del área donde se alojaban los machos.

3.7.1. Primera etapa de muestreo

Durante 20 minutos, se registró de forma individual el comportamiento sexual de cada chivo, siendo consideradas las siguientes variables:

Número de acercamientos laterales, olfateos, flehmen.

Intentos de monta.

Montas sin eyaculado

Montas con eyaculación

Tiempo de espera para el inicio del cortejo y para la primera monta.

Al día siguiente, se evaluó el comportamiento sexual de los machos cabríos de acuerdo con las parejas asignadas, colocando simultáneamente al chivo dominante (CHD) y al subordinado (CHS), por un periodo de 20 minutos, estableciendo así cuál de los machos actuó como el chivo dominante y cuál como subordinado, evaluándose las mismas variables del registro individual el día anterior.

3.7.2. Segunda etapa de muestreo

Después de 7 semanas de estar juntos, las parejas de machos cabríos fueron reagrupadas, formando nuevas parejas de chivos dominantes (DOM-DOM) y subordinados (SUB-SUB). Previo a reagruparse, se evaluó la calidad seminal, igual como en la primera etapa.

3.8. Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados con el programa SAS. El peso corporal, CE, semen y parámetros de comportamiento sexual registrados en los machos asignados en parejas durante el comportamiento sexual con cabras estrogenizadas, se evaluaron con un ANOVA para medidas repetidas (procedimiento mixto), incluyendo en el modelo el efecto de PD (DMB vs. SMB), tiempo (semanas) y su interacción como efectos fijos, la raza, el agrupamiento en pareja y el animal como efectos aleatorios.

Las concentraciones séricas de cortisol y testosterona se compararon con un

ANOVA para medidas repetidas (procedimiento mixto), incluido la PD, el tiempo y su interacción como efectos fijos, y la raza y el animal como efectos aleatorios.

Se consideró un $\alpha = 0.05$ y una tendencia estadística $0.05 < P < 0.10$.

4. RESULTADOS

En el **Cuadro 1** se muestran los efectos principales y los valores de los parámetros reproductivos en machos cabríos subordinados (SMB) y dominantes (DMB), criados en parejas y posteriormente reagrupados durante la estación reproductiva. Así mismo se muestra el nivel de significancia en cuanto a su posición de dominancia, tiempo y la interacción entre ambos.

Se observa que, para la variable circunferencia escrotal (CE) / Peso vivo se presentó una diferencia significativa ($P < 0.0001$) respecto al tiempo y a la interacción de PD con respecto al tiempo ($P < 0.001$).

En cuanto a los parámetros seminales se observaron variaciones con respecto al tiempo en volumen, concentración, número total de espermatozoides, motilidad masal y motilidad progresiva. La interacción entre PD y tiempo fue significativa para concentración, número total de espermatozoides, motilidad progresiva y el número total de espermatozoides con motilidad progresiva en el eyaculado. La interacción PD * tiempo no fue significativa ($P < 0.05$) en las variables de volumen y motilidad masal en machos dominantes reagrupados en parejas.

El peso vivo (kg) y la CE (cm) fue mayor en machos dominantes. Respecto a la calidad seminal, el volumen (mL), concentración espermática (millón/mL) y total spz (millones) y el total de spz con motilidad progresiva, fueron mayores en machos subordinados que en machos dominantes.

Cuadro 1. Principales efectos en parámetros reproductivos asociados a composición física y calidad seminal observados en diadas de machos dominantes (DOM-DOM) criados en parejas. SMB = machos subordinados (n=6) DMB = machos dominantes (n=6).

	SMB	DMB	SEM	PD	Tiempo	Interacción PD*tiempo
Composición física y calidad seminal						
Peso vivo (kg)	33.8	35.3	2.89	ns	<0.0001	0.02
Circunferencia Escrotal (cm)	23.7	24.5	0.82	ns	<0.0001	0.02
CE * PV	0.73	0.71	0.04	ns	<0.0001	0.001
volumen (mL)	0.6	0.56	0.07	ns	0.005	ns
Concentración (millon/mL)	1316.4	1291.9	347.8	ns	0.01	0.002
Número total de Spz (millones)	862.7	799.05	290.9	ns	0.07	0.06
Motilidad masal (0 a 5)	2.9	3.1	0.51	ns	<0.0001	ns
Motilidad progresiva (%)	46.9	47.5	9.12	ns	<0.0001	0.03
Total Spz * Motilidad progresiva	613.4	551.4	267.2	ns	ns	0.07

En la Figura 2 (A) se observa desarrollo del peso vivo (kg) de los machos cabríos jóvenes. En la primera etapa, se observa un mayor peso en machos dominantes (DMB). De la semana 8, a la 11 se observa un menor crecimiento en ambos grupos, para diferenciarse en la semana 12, siendo mayor el peso en machos dominantes.

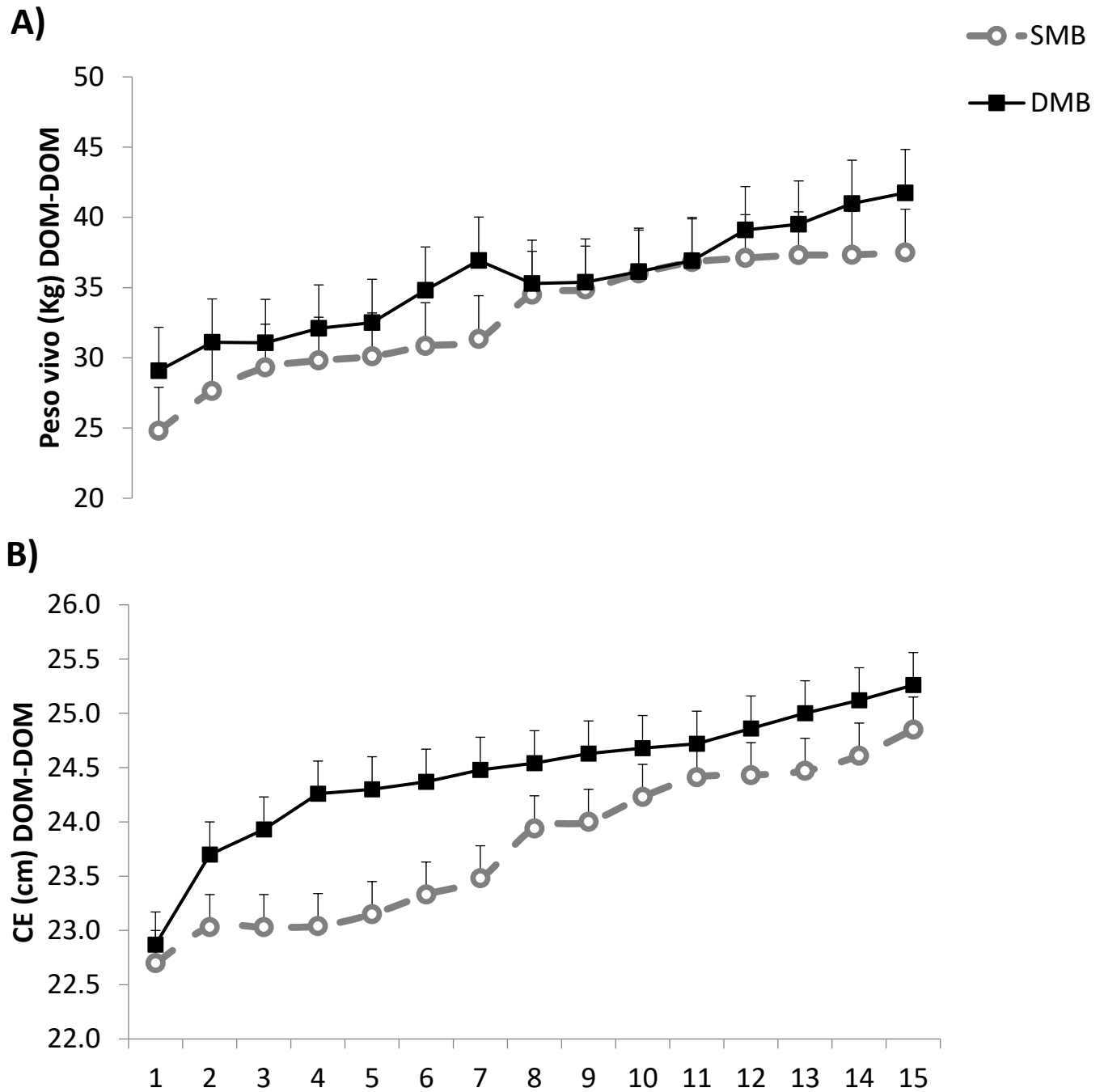


Figura 2. Peso vivo (A) y circunferencia escrotal (B) de machos cabríos jóvenes criados en parejas y posteriormente reagrupados en parejas de machos dominantes DOM-DOM (DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($P < 0.05$).

En la (Figura 2 B) se presenta la circunferencia escrotal en machos cabríos jóvenes, el valor de CE en machos fue mayor en machos dominantes respecto a los subordinados.

Para la variable de CE* PV (Figura 3 A) se obtuvieron diferencias en la semana 1 y 2, siendo mayor el valor en machos subordinados respecto a los dominantes, posteriormente no se presentaron variaciones entre ambos grupos.

En cuanto a las variables de calidad seminal; en el volumen de eyaculado (mL), no se encontraron diferencias (Figura 3 B); en las semanas 4, 5, 6, 7 y semana 8, el volumen fue mayor en machos subordinados durante el agrupamiento y posterior al reagrupamiento fue mayor en machos dominantes.

La motilidad masal fue mayor en machos dominantes respecto a los subordinados (Figura 3 C) y se aprecia una baja motilidad masal en las semanas previas al reagrupamiento (semana 6 y semana 7), para posteriormente tener un aumento en los valores, los cuales en la semana 14 y semana 15 se vieron disminuidos en ambos grupos de machos.

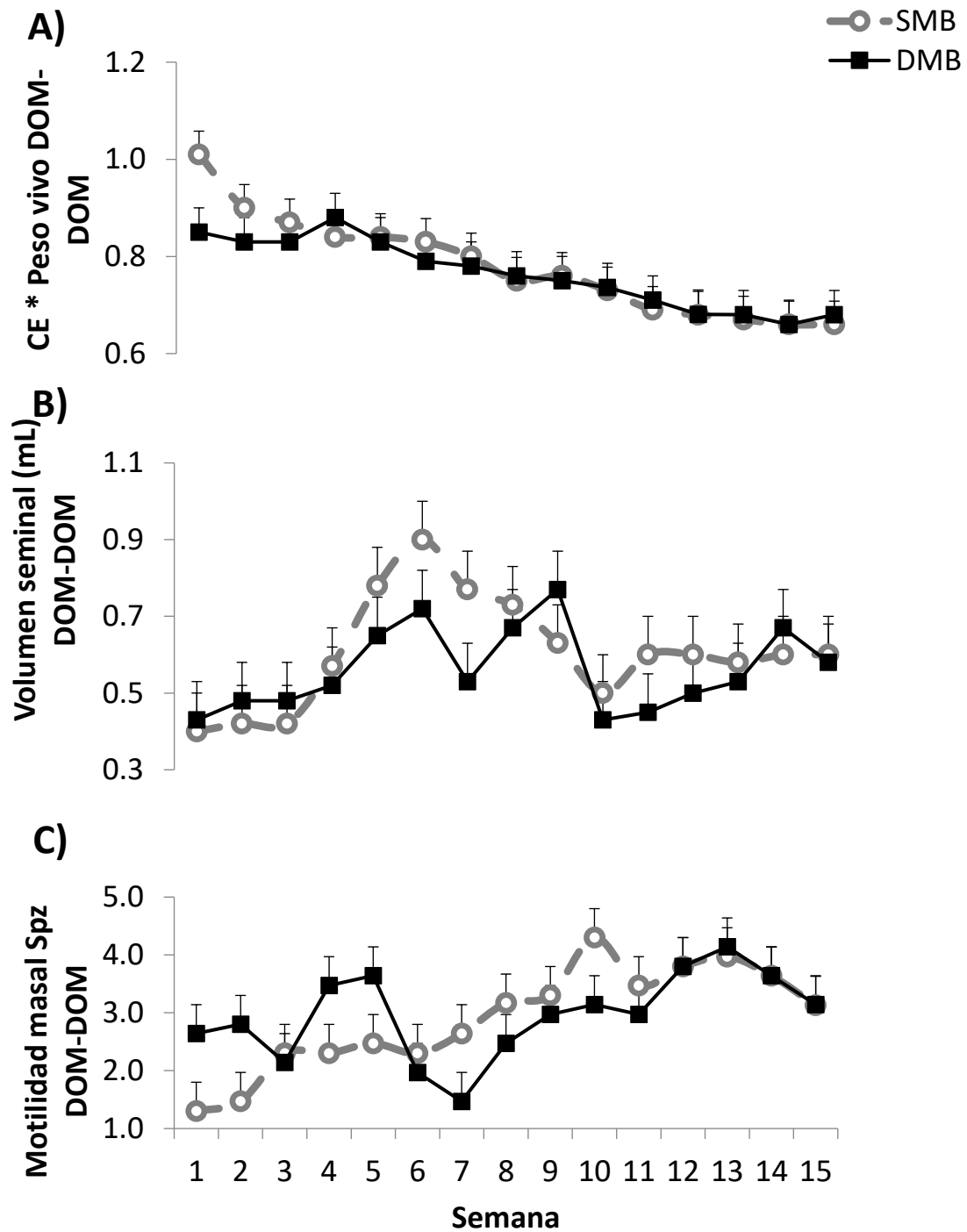


Figura 3. CE*PV (A), volumen seminal (mL) (B) y motilidad masal spz (C) de machos cabríos jóvenes criados en parejas y posteriormente reagrupados en parejas de machos dominantes DOM-DOM (DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($P < 0.05$).

En la Figura 4 (A) se muestra la motilidad progresiva (%). En las semanas 7 y 8 los valores fueron más altos en machos subordinados, para posteriormente después de la reagrupación en la semana 15, ser más bajos en comparación a los valores de motilidad de los machos dominantes ($P<0.05$).

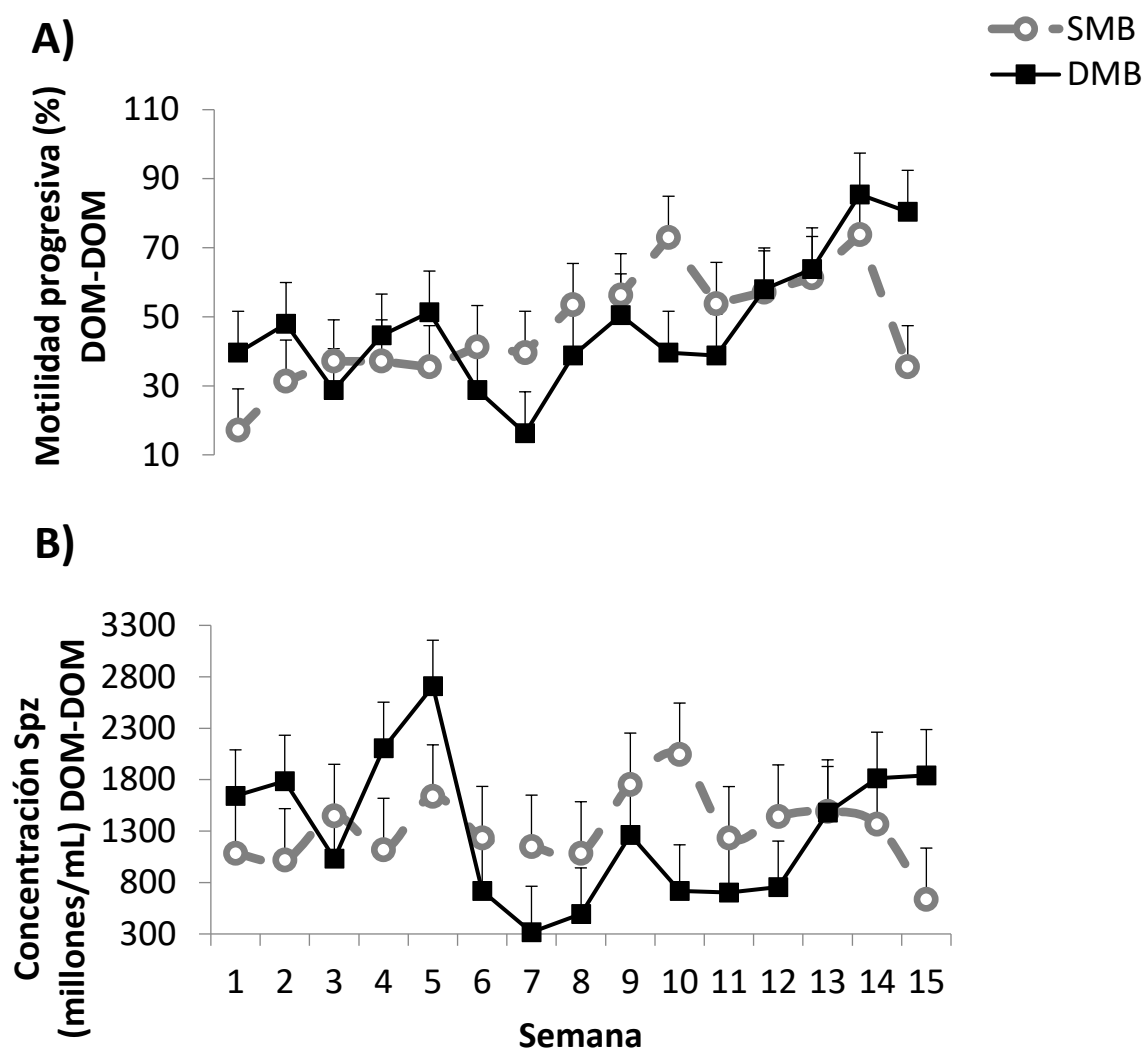


Figura 4. Motilidad progresiva (%) (A) y concentración spz (millones/mL) de machos cabríos jóvenes criados en parejas y posteriormente reagrupados en parejas de machos dominantes DOM-DOM (DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($P<0.05$).

La concentración en machos dominantes (Figura 4 B) fue mayor ($P<0.05$) en las primeras dos semanas después de agruparse en parejas. En el periodo posterior al reagrupamiento hubo una disminución en la concentración durante las semanas 7, 8, 9, 10, 11 y 12, para posteriormente tener un incremento en las semanas 14 y 15. En cuanto al total de spz en el eyaculado (millones) en machos que fueron dominantes durante la primera etapa (Figura 5 A) se observa un incremento en las semanas 4 y 5 en DMB, seguido de un detrimento en la cantidad total en las semanas 6 y 7.

Posterior al reagrupamiento la cantidad total de espermatozoides se mantuvo en cantidades menores en DMB en comparación a SMB de la semana 8 a semana 13, para finalmente tener un incremento en la concentración en la semana 14 y semana 15. En la cantidad total de espermatozoides con motilidad progresiva (Figura 5 B) se encontraron valores más altos en MDB, en la semana 1 a semana 2, semana 4 a semana 5, pero posterior al reagrupamiento, los valores fueron mayores en machos subordinados, semanas 8 y semana 9, semanas 9 a 10, 10 a 11, 11 a 12 y 12 a 13.

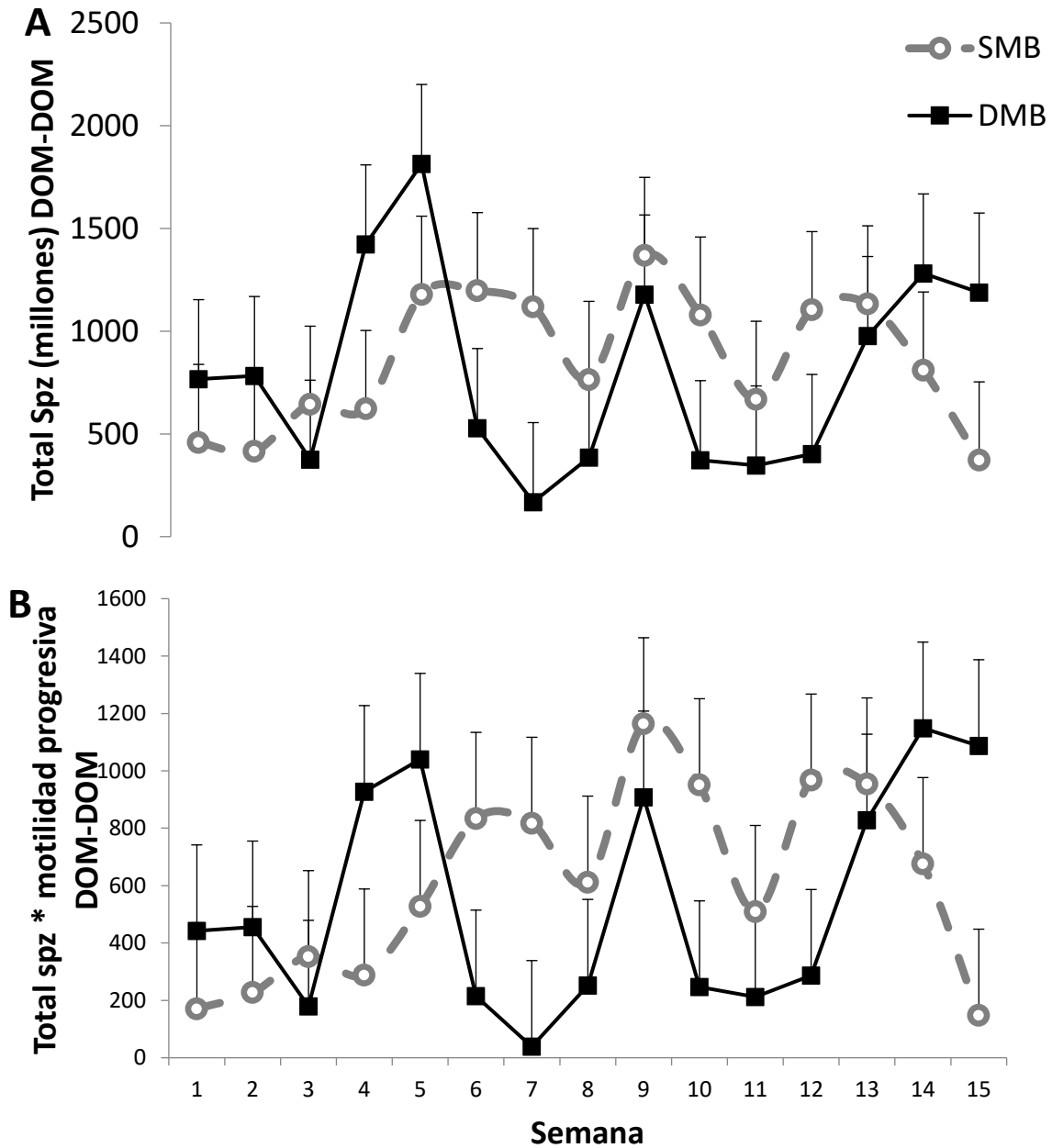


Figura 5. Total de espermatozoides (millones) (A) y total de espermatozoides con motilidad progresiva (millones) (B) de machos cabríos jóvenes criados en parejas y posteriormente reagrupados en parejas de machos dominantes DOM-DOM (DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($P < 0.05$).

El análisis del comportamiento en la prueba de comportamiento individual se presenta en el Cuadro 2. La interacción PD*tiempo fue significativa únicamente en la variable: cantidad de intentos de monta.

Se registró efecto de la PD en las variables: cantidad de montas completas, rendimiento de monta y tiempo a primera monta con eyaculado. Se observa una cantidad mayor de montas completas y acercamientos laterales en machos dominantes.

Se observaron variaciones en el tiempo en las variables: cantidad de olfateos, intentos de monta, montas sin eyaculado, montas completas y tiempo a la primera monta.

Cuadro 2. Principales efectos en parámetros reproductivos asociados a comportamiento sexual observados en diadas de machos dominantes criados en parejas (DOM-DOM) de forma individual y en competencia en machos cabríos jóvenes criados en parejas. Sub = machos subordinados (n=6) Dom = machos dominantes (n=6).

	Sub	Dom	SEM	PD	Tiempo	Interacción PD*tiempo
Test Individual						
Inicio de cortejo (s)	3.3	2.4	1.2	ns	Ns	ns
Olfateos	12.3	11.9	2.1	ns	<0.0001	ns
Intentos de monta	3.8	3.2	1.08	ns	0.04	0.01
Monta sin eyaculado	3.5	3.3	1.3	ns	0.001	ns
Montas completas	0.8	1.3	0.308	0.0001	0.0301	0.0504
Rendimiento de monta	0.2	0.3	0.08	0.0004	ns	ns
Tiempo a primera monta (s)	714.9	405.7	149.9	0.0001	0.05	ns
Automarraje	1.3	0.9	0.32	ns	<0.0001	ns
Acercamientos laterales	9.4	9.9	2.44	ns	0.004	ns
Flehmen	1.06	0.8	0.36	ns	ns	ns
Test en Competencia						
Inicio de cortejo (s)	4.3	3.3	1.5	ns	ns	ns
Olfateos	8.7	10.9	1.9	ns	<0.0001	ns
Intentos de monta	2.8	3.6	1.03	ns	<0.0001	0.0509
Monta sin eyaculado	2.9	3.7	1.15	ns	0.002	0.02
Montas completas	0.72	1.55	0.29	<0.0001	0.004	ns
Rendimiento de monta	0.22	0.36	0.098	0.006	0.01	ns
Tiempo a primera monta (s)	702.8	313.6	152.01	<0.0001	0.003	ns
Automarraje	0.99	1.05	0.4	ns	<0.0001	0.08
Acercamientos laterales	6.07	10.6	2.13	<0.0001	<0.0001	ns
Flehmen	0.6	0.7	0.3	ns	0.06	0.004

En la prueba de comportamiento individual en machos dominantes durante la primera etapa la cantidad de montas completas disminuyó de la semana 1 a la semana 2 y de la 2 a la 3, con un posterior incremento de la semana 3 a la 4 ($P<0.05$) (Figura 6 A); previo al reagrupamiento hubo un descenso en la cantidad de montas con eyaculado, de la semana 4 a la 5, de la 5 a la 6 y de la semana 6 a la 7.

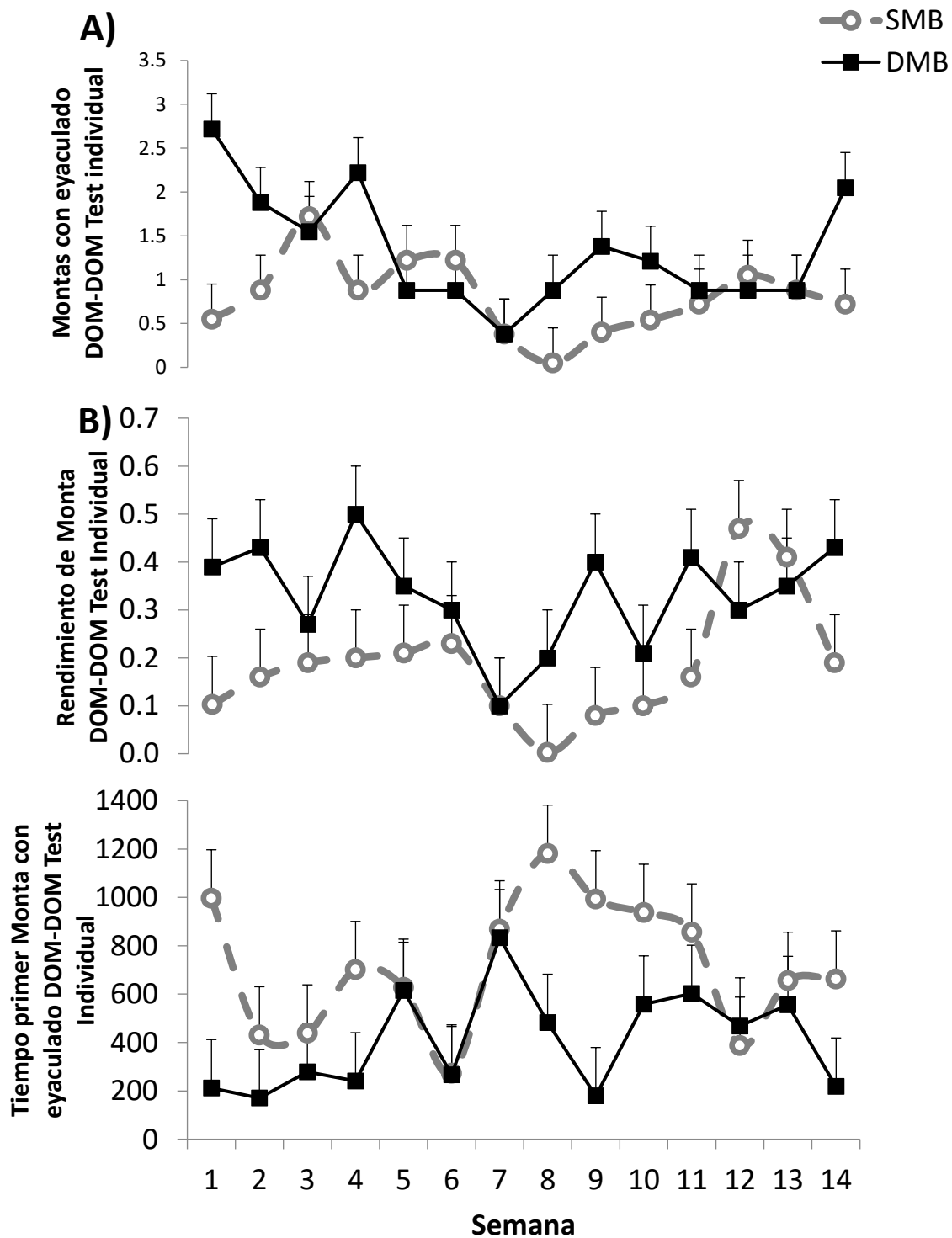


Figura 6. Montas con eyaculado (A), Rendimiento de monta (B) y tiempo a primera monta con eyaculado (C) de machos cabríos jóvenes criados en parejas y posteriormente reagrupados en parejas de machos dominantes DOM-DOM (DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($P < 0.05$).

Posterior al reagrupamiento hubo un incremento en la cantidad de montas. De la semana 11 a la semana 13 la cantidad de montas se sostuvo para un posterior incremento en la semana 14. El rendimiento de monta (Figura 6 B) fue mayor en machos dominantes de la semana 1 a la semana 6, durante la semana 7 el rendimiento entre el grupo de machos dominantes y subordinados fue igualado. De la semana 8 a la semana 11 el rendimiento de montas aumentó en machos dominantes, no obstante, de la semana 11 a la semana 12 y de la semana 12 a la semana 13, el rendimiento de monta fue mayor en machos subordinados para posteriormente tener un descenso en la semana 13 a semana 14.

El tiempo transcurrido para la primera monta en machos dominantes durante la primera etapa fue menor en comparación con los machos subordinados (Cuadro 2). En machos subordinados de la semana 4 a la 5, de la 5 a la 6 y de la 6 a la 7 el tiempo transcurrido fue similar al de los machos dominantes (Figura 6 C), De la semana 11 a la semana 12 el tiempo a la primera monta fue menor en machos subordinados respecto a DMB. Sin embargo, de la semana 12 a la 13 y de la 13 a la 14, los machos subordinados tuvieron valores mayores respecto a los dominantes.

En cuanto a la prueba por competencia (Cuadro 2) el rango jerárquico fue significativo para las variables: montas completas, tiempo a primera monta, acercamientos laterales ($P < 0.0001$ para cada una) y rendimiento de monta ($P = 0.006$). La interacción PD * tiempo, fue significativa en la cantidad de intentos de monta ($P = 0.05$), monta sin eyaculado ($P = 0.02$) y flehmen ($P = 0.004$). En el caso de automarraje esta interacción alcanzó solamente una tendencia al nivel de tendencia ($P = 0.08$).

Se obtuvo una cantidad mayor de olfateos, intentos de monta, monta sin eyaculado, montas completas, rendimiento de monta, automarraje, acercamientos laterales y flehmen en machos dominantes en comparación con los machos subordinados, el tiempo de inicio de cortejo y el tiempo a primera monta con eyaculado fue mayor en los machos subordinados en la prueba en Competencia.

En cuanto a la prueba por competencia (Cuadro 2), se encontraron diferencias significativas en el tiempo en cuanto a cantidad de olfateos, intentos de monta, automarraje, acercamientos laterales ($P < 0.0001$ para cada una), montas sin eyaculado ($P = 0.002$), montas completas ($P = 0.004$) y tiempo a primera monta con eyaculado ($P = 0.003$).

En la prueba en competencia, la cantidad de montas con eyaculado en machos dominantes disminuyó de la semana 4 a la semana 11, en el periodo de reagrupamiento hubo un posterior incremento en la cantidad de montas en machos dominantes de la semana 11 a la semana 12, de la semana 12 a la semana 13 y una disminución de la semana 13 a la semana 14 (Figura 7 A). En comparación con los machos subordinados la cantidad de montas fue mayor en machos dominantes (Cuadro 2).

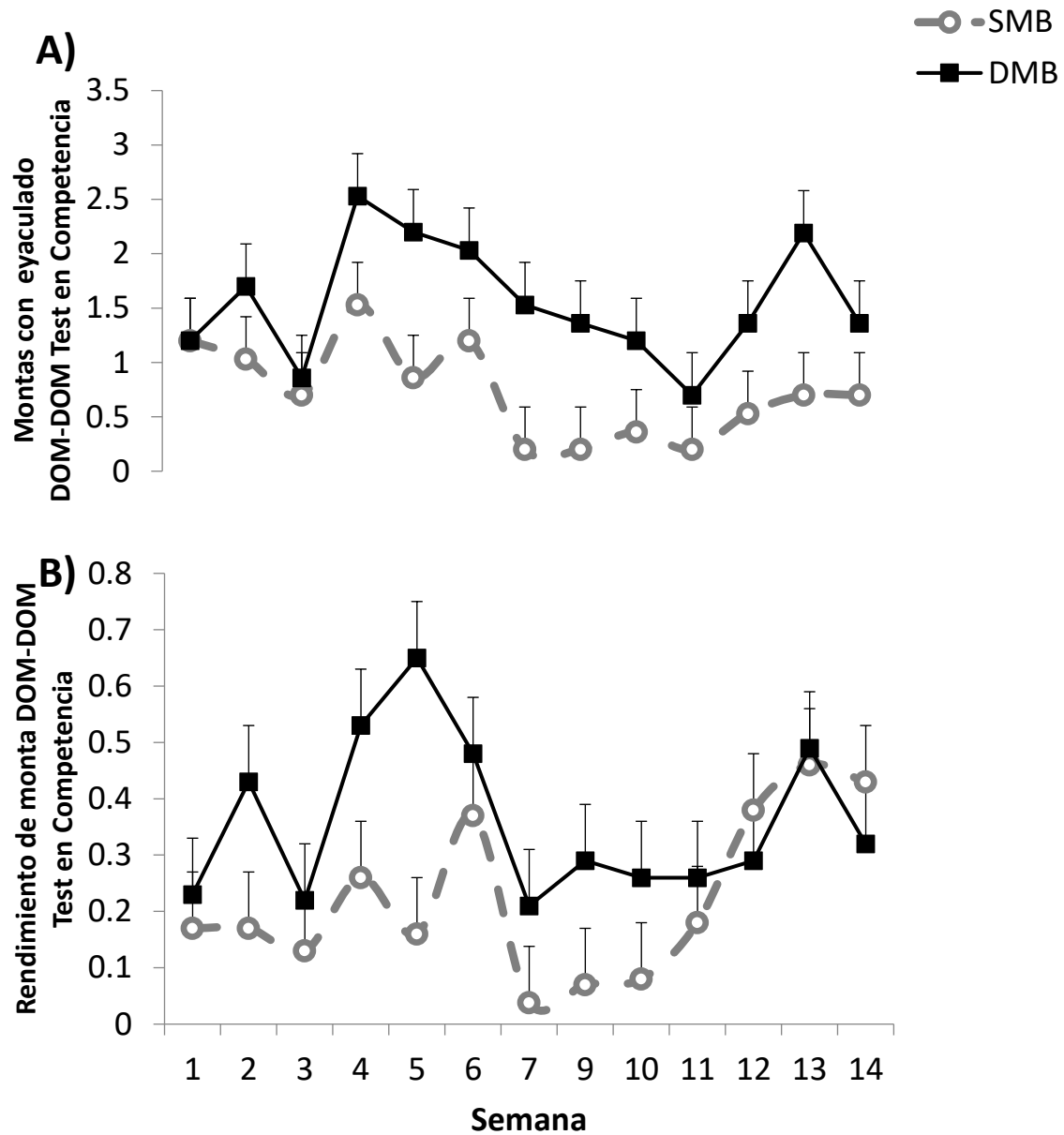


Figura 7. Montas con eyaculado (A) y Rendimiento de monta (B) de machos cabríos jóvenes cabríos jóvenes criados en parejas y posteriormente reagrupados en parejas de machos dominantes DOM-DOM (DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($P < 0.05$).

El rendimiento de monta durante la primera etapa en competencia fue mayor ($P<0.05$) en el grupo DMB de la semana 1 a la semana 11 (Figura 7 B), el rendimiento de monta en machos subordinados incrementó de la semana 7 a la semana 13 para finalmente descender de la semana 13 a la semana 14.

El tiempo a la primera monta con eyaculado en machos dominantes durante la primera etapa fue menor en el grupo de machos dominantes en comparación con los machos subordinados (Figura 8 A). En machos dominantes durante la primera etapa, la cantidad de acercamientos laterales fue mayor en DMB respecto SMB (Cuadro 2). Durante la primera etapa en machos subordinados, fue mayor la cantidad de acercamientos laterales durante la semana 2 y la semana 4. Posterior al reagrupamiento fue mayor el número de acercamientos en machos dominantes, de la semana 9 a la semana 14, que en los subordinados (Figura 8 B), sin embargo, el número de interacciones en machos subordinados se incrementó de la semana 11 a la semana 14.

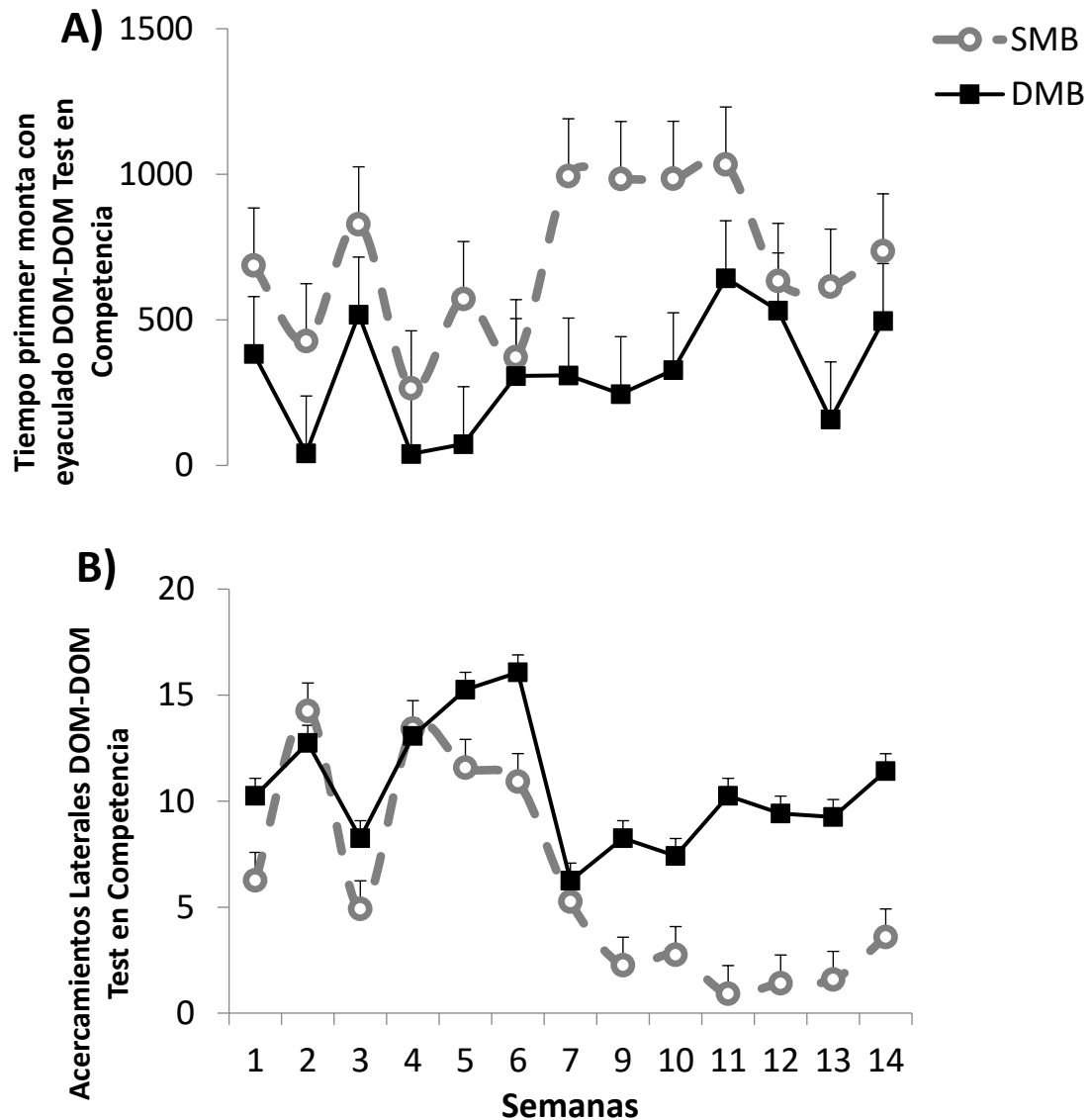


Figura 8. Tiempo primer monta con eyaculado (A) y Acercamientos laterales (B) de machos cabríos jóvenes criados en parejas y posteriormente reagrupados en parejas de machos dominantes DOM-DOM (DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($P < 0.05$).

En el Cuadro 3 se muestran los efectos principales y los valores de P de los parámetros reproductivos, tanto a nivel de peso vivo y CE para machos cabríos que cuando estuvieron agrupados en parejas fueron subordinados (SMB), cuando posteriormente fueron reagrupados durante la estación reproductiva.

Cuadro 3. Principales efectos en parámetros reproductivos asociados a composición física y calidad seminal observados en machos subordinados criados en parejas (SUB-SUB). Sub = machos subordinados (n=6) Dom = machos dominantes (n=6).

	Sub	Dom	SEM	PD	Tiempo	Interacción PD*tiempo
Composición física y calidad seminal						
Peso vivo (kg)	31.4	36.9	2.64	0.0021	<0.0001	ns
Circunferencia Escrotal (cm)	23.5	23.8	0.87	ns	<0.0001	0.02
CE * PV	0.8	0.6	0.04	0.0012	<0.0001	0.09
volumen (mL)	0.6	0.7	0.09	ns	0.0003	ns
Concentración (millon/mL)	1674.7	1443.2	329.9	ns	0.107	0.03
Número total de Spz (millones)	979.1	999.1	288.4	ns	0.07	0.02
Motilidad masal (0 a 5)	3.3	3.5	0.5	ns	0.0005	ns
Motilidad progresiva (%)	52.9	53.3	9.24	ns	0.0005	ns
Total Spz * Motilidad progresiva (millones)	708.5	700.02	251.4	ns	Ns	0.02

Se observa un efecto significativo del tiempo en las variables de CE*PV ($P<0.0001$), volumen ($P=0.0003$), motilidad masal ($P=0.0005$) y motilidad progresiva ($P=0.0005$), no se presentó significancia en el total de spz con motilidad progresiva.

En cuanto a la posición de dominancia, se mostró significancia en el peso vivo (kg) ($P=0.002$) y CE * PV ($P=0.001$).

El peso vivo en ambos tratamientos incrementó respecto al tiempo, siendo mayor en el grupo de los machos dominantes en ambas etapas (Figura 9 A). La circunferencia escrotal fue mayor en machos dominantes, desde la semana 1 hasta la semana 15 (Figura 9 B), la circunferencia escrotal con respecto al peso vivo fue menor en el tratamiento de los machos dominantes, decreciendo de la semana 1 hasta la semana 15. En el tratamiento de los machos subordinados (SMB) fue mayor en comparación con el desarrollo en machos dominantes (Figura 9 C).

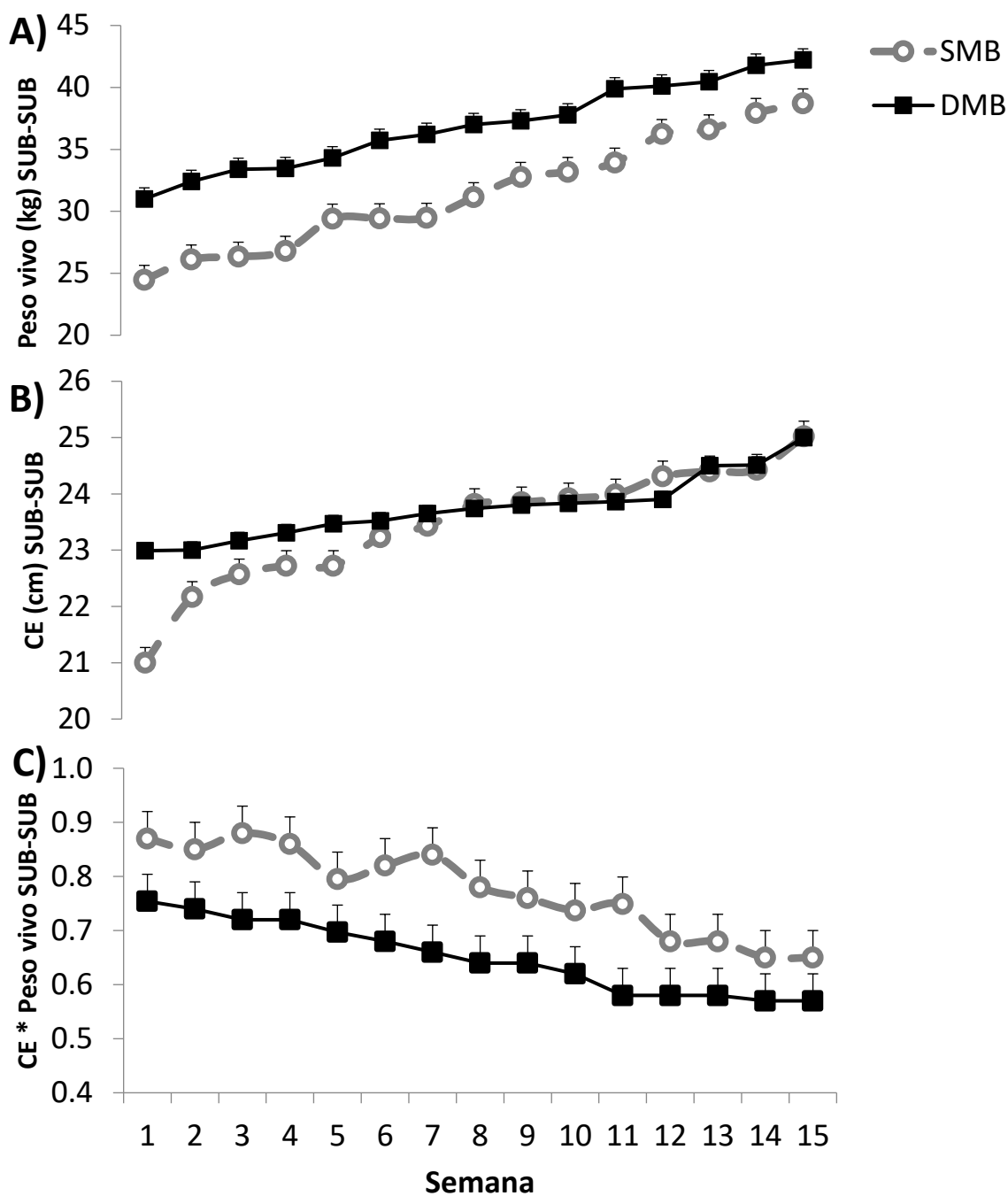


Figura 9. Peso vivo (kg) (A), circunferencia escrotal (B) y Peso vivo con circunferencia escrotal (C) de machos cabríos jóvenes criados en parejas y posteriormente reagrupados en parejas de machos subordinados (SUB-SUB). Machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($P < 0.05$).

Asimismo, la interacción de posición de dominancia con el tiempo presentó significancia en las variables de concentración espermática (millón/mL), número total de spz (millones) y total spz con motilidad progresiva.

Los machos de menor posición jerárquica durante la primera etapa, tuvieron valores menores como subordinados en volumen seminal después del periodo de reagrupamiento (Figura 10 A), de la semana 8 a la 9 y de la 9 hasta la 11.

El volumen seminal fue numéricamente mayor (no diferencia significativa) en machos dominantes de la semana 2 hasta la 6, (Cuadro 3).

La motilidad masal fue mayor en el tratamiento de machos dominantes (Figura 10 B), de la semana 1 a la 6, teniendo una disminución de la semana 6 a la 7. Posterior al reagrupamiento los valores de motilidad masal fueron mayores en subordinados en la semana 10, semana 11, semana 13 y semana 15.

La motilidad progresiva fue mejor en el tratamiento DMB durante el primer periodo del experimento (Figura 10 C) de la semana 1 a la semana 6. En el tratamiento SMB, el porcentaje de motilidad progresiva fue mayor en la semana 7, posterior al reagrupamiento de la semana 8 a 11, semana 13 y semana 15. El porcentaje de motilidad progresiva fue solo numéricamente mayor en machos dominantes **(Cuadro 3)**.

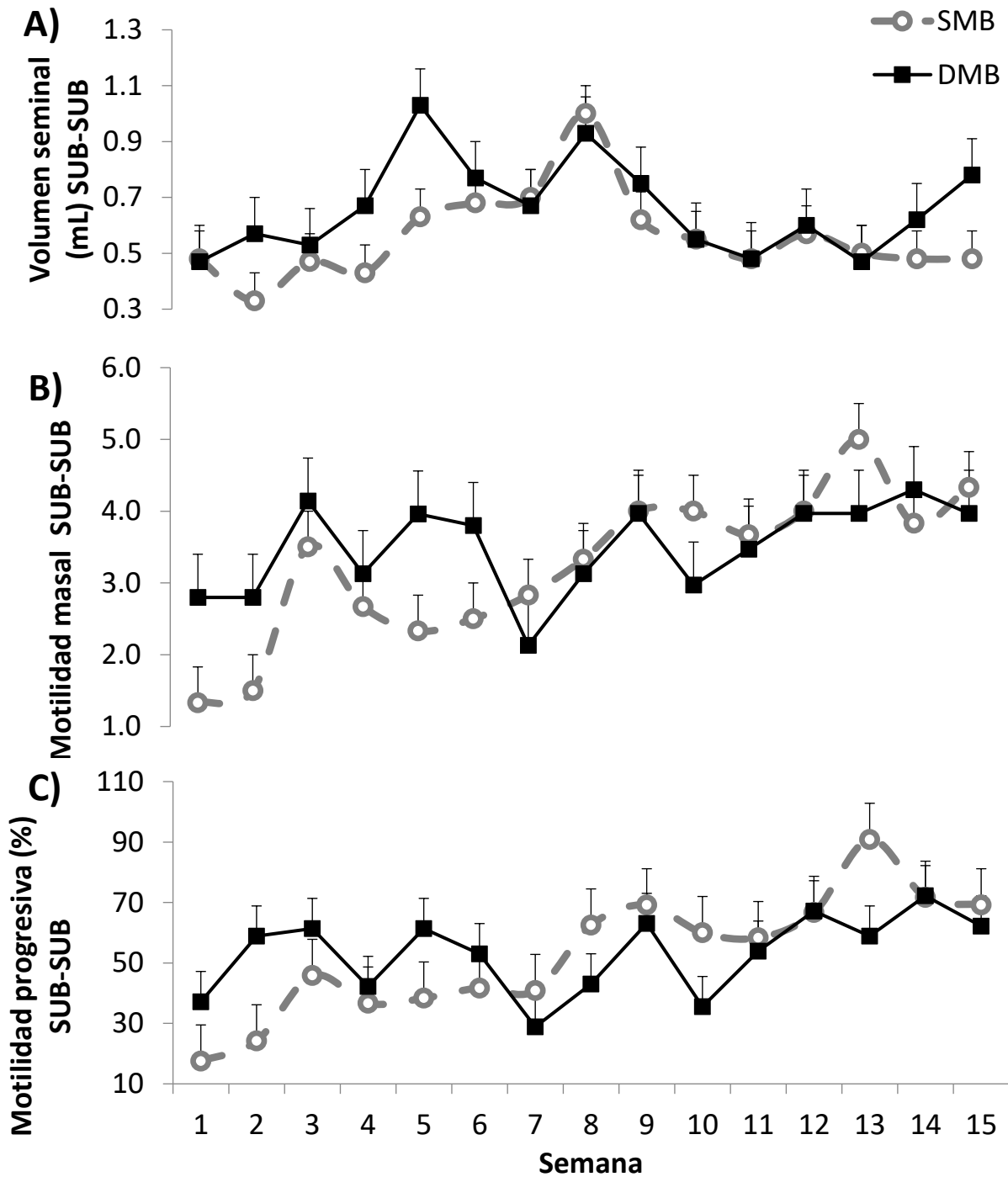


Figura 10. Volumen (mL) (A), motilidad masal (B) y motilidad progresiva (%) (C) de machos cabríos jóvenes criados en parejas y posteriormente reagrupados en parejas de machos subordinados (SUB-SUB). Machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($P < 0.05$).

La interacción tiempo * PD fue significativa para las variables de concentración seminal. Durante la primera etapa fue mayor en las semanas 1 a la 3 y de la 4 a la 5 en machos dominantes para posteriormente ser mayor en machos subordinados, de la semana 7 a la 15 (Figura 11 A), tendiendo a ser mayor en machos subordinados ($P=0.107$) (Cuadro 3).

La interacción de tiempo * PD fue significativa para el total de espermatozoides en el eyaculado, siendo mayor en el tratamiento de DMB ($P=0.02$) (Cuadro 3), de la semana 1 a la semana 6, teniendo valores mayores respecto a los machos subordinados, para posteriormente de la semana 7 a la semana 13 un total de espermatozoides mayor en SMB (Figura 11 B).

El total de espermatozoides con motilidad progresiva (Cuadro 3) fue mayor en machos subordinados que en machos dominantes ($P=0.02$). En el grupo de los dominantes esta variable fue mayor de la semana 1 a la semana 6, para posteriormente de la semana 7 a la semana 13 mostrar una tendencia a ser mayor en subordinados (Figura 11 C).

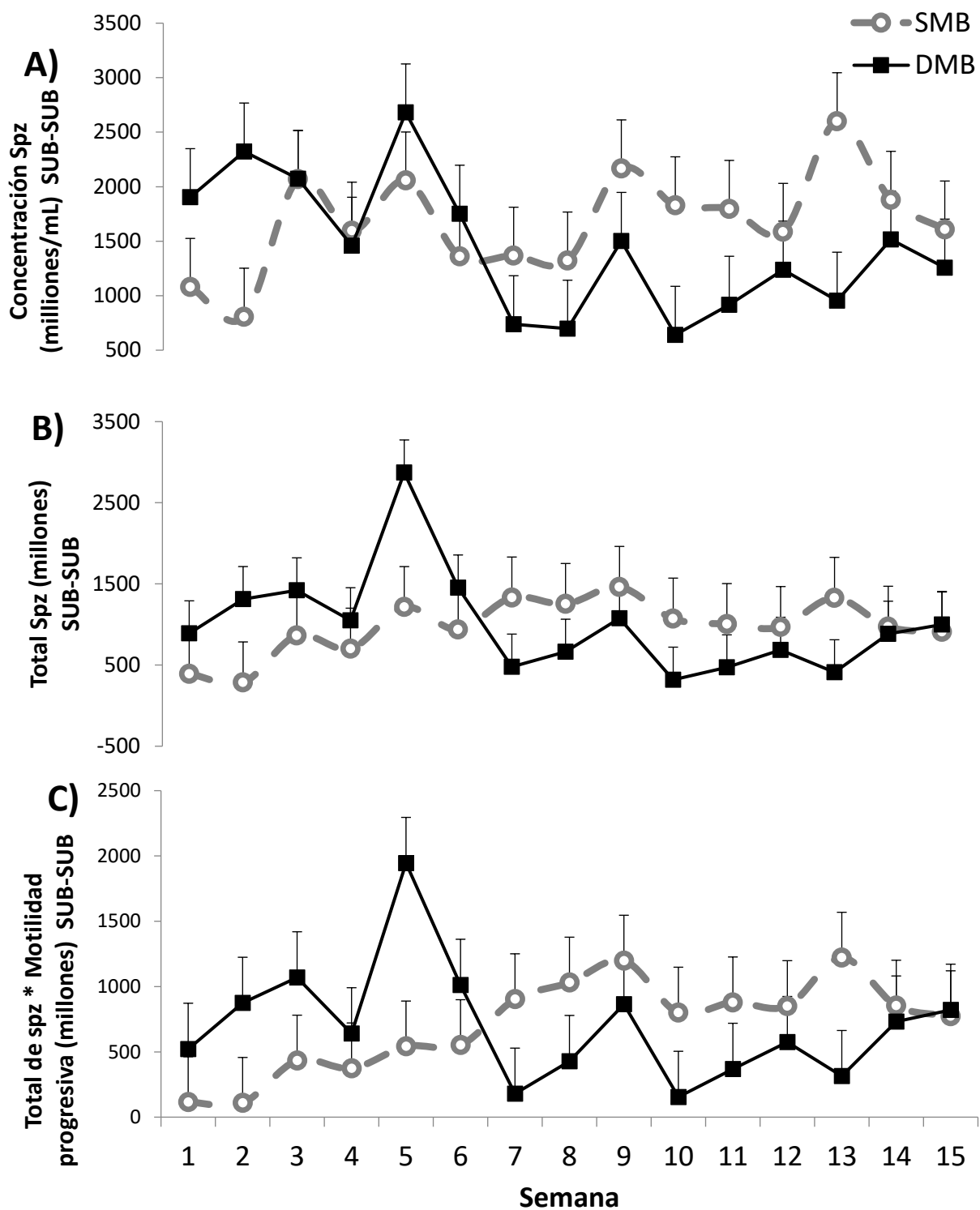


Figura 11. Concentración spz (A), total spz (B) y total spz con motilidad progresiva (C) de machos cabríos jóvenes criados en parejas y posteriormente reagrupados en parejas de machos subordinados (SUB-SUB). Machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($P < 0.05$).

En la primera etapa de la investigación para comportamiento sexual de machos subordinados (ver Cuadro 4) de la prueba Individual, el efecto de la posición de dominancia fue significativo para la cantidad de montas completas ($P=0.0001$), rendimiento de monta ($P=0.0004$) y tiempo a primera monta con eyaculado ($P=0.0001$). El efecto del tiempo, fue significativo para la cantidad de olfateos ($P<0.0001$), intentos de monta ($P=0.04$), montas sin eyaculado ($P=0.001$), montas completas ($P=0.03$), auto-marcaje ($P<0.0001$), acercamientos laterales (0.004) y el tiempo a primera monta ($P=0.05$).

Cuadro 4. Principales efectos en parámetros reproductivos asociados a comportamiento sexual observados en diadas de machos subordinados (SUB-SUB) de forma individual y en competencia criados en parejas. Sub = machos subordinados (n=6) Dom = machos dominantes (n=6).

	Sub	Dom	SEM	PD	Tiempo	Interacción PD*tiempo
Test Individual						
Inicio de cortejo (s)	3.3	2.4	1.2	ns	ns	ns
Olfateos	12.3	11.9	2.1	ns	<0.0001	ns
Intentos de monta	3.8	3.2	1.08	ns	0.04	0.01
Monta sin eyaculado	3.5	3.3	1.3	ns	0.0011	ns
Montas completas	0.8	1.33	0.308	0.0001	0.0301	0.05
Rendimiento de monta	0.18	0.33	0.084	0.0004	ns	ns
Tiempo a primera monta (s)	714.9	405.7	149.9	0.0001	0.05	ns
Automarcaje	1.32	0.89	0.32	ns	<0.0001	ns
Acercamientos laterales	9.4	9.9	2.44	ns	0.004	ns
Flehmen	1.06	0.8	0.36	ns	ns	ns
Test en Competencia						
Inicio de cortejo (s)	10.2	5.54	4.5	0.05	ns	ns
Olfateos	6.02	5.9	1.608	ns	<0.0001	0.0002
Intentos de monta	1.53	3.1	0.87	0.0188	0.0256	0.0002
Monta sin eyaculado	0.82	2.21	0.644	<0.0001	ns	0.09
Montas completas	0.19	0.81	0.22	<0.0001	0.03	ns
Rendimiento de monta	0.06	0.2	0.07	0.0009	ns	ns
Tiempo a primera monta (s)	1074.9	647.1	142.8	0.0002	0.01	0.05
Automarcaje	0.6	0.9	0.4	ns	0.086	ns
Acercamientos laterales	1.8	5.2	1.3	<0.0001	ns	ns
Flehmen	0.2	0.5	0.23	ns	ns	ns

El tratamiento DMB tuvo un descenso de la semana 1 a la semana 3. Tuvo un incremento en el periodo de reagrupamiento, de la semana 8 a la semana 14 en la prueba de comportamiento individual (Figura 12 A). El efecto de PD fue significativo en el rendimiento de monta, siendo mayor en machos dominantes ($P=0.0004$).

Durante la primera etapa hubo una tendencia de ser mayor el rendimiento en el grupo DMB, de la semana 1 a la semana 7 y posterior al reagrupamiento, de la semana 8 a la semana 11 fue mayor en el tratamiento de los machos dominantes para la prueba individual (Figura 12 B).

El tiempo transcurrido para la primer monta en el test individual fue afectada significativamente por el efecto de PD ($P=0.0001$) y el tiempo ($P=0.05$), teniendo un tiempo a la primera monta mayor en el tratamiento de los machos subordinados (Cuadro 4). El tiempo transcurrido tuvo una tendencia a ser menor en machos dominantes que para los subordinados, de la semana 1 a la semana 5 en el primer periodo de agrupamiento y posterior al reagrupamiento de la semana 8 a la semana 14 (Figura 12 C).

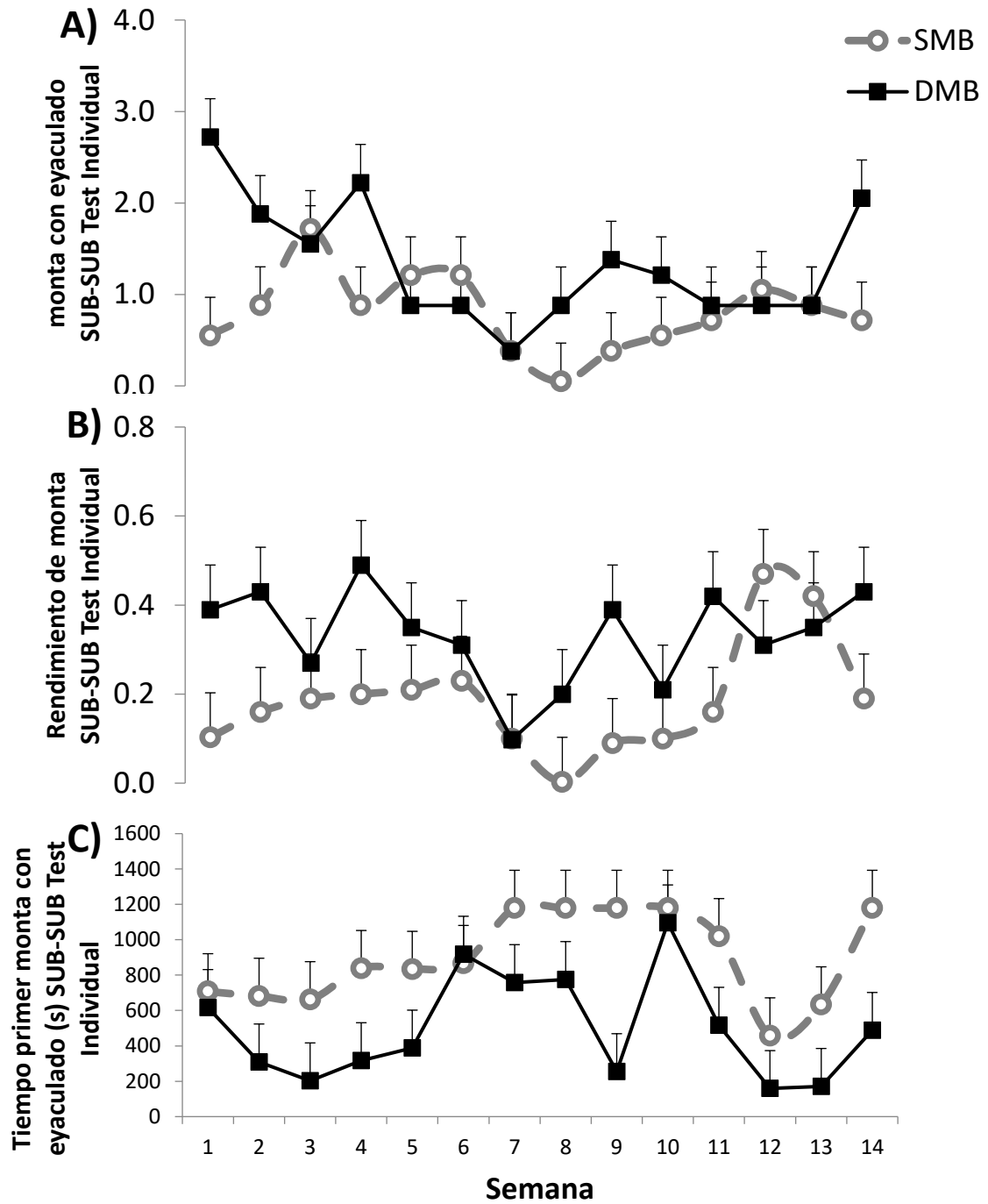


Figura 12. Montas con eyaculado (A), rendimiento de monta (B) y tiempo a primera monta con eyaculado (C) de machos cabríos jóvenes criados en parejas y posteriormente reagrupados en parejas de machos subordinados (SUB-SUB). Machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($P < 0.05$).

La interacción PD * tiempo fue significativo en la cantidad de intentos de monta y de montas completas.

El tiempo de inicio de cortejo (s), tiempo a primera monta con eyaculado, así como la cantidad de olfateos, intentos de monta, montas sin eyaculado auto-marcaje y flehmen fue mayor en machos subordinados con respecto a los machos dominantes y la cantidad de montas completas, rendimiento de monta y acercamientos laterales fue mayor en machos dominantes (Cuadro 4).

En cuanto al comportamiento de machos subordinados en la prueba en Competencia (Cuadro 4), la PD tuvo efecto significativo para el inicio del cortejo, intentos de monta, montas sin eyaculado, montas completas, rendimiento de monta, tiempo a primera monta y acercamientos laterales.

Hubo una cantidad mayor de olfateos por parte de los machos subordinados en comparación con los dominantes y un tiempo de inicio de cortejo mayor en los subordinados.

En machos subordinados durante la primera etapa en competencia, el tiempo de inicio de cortejo fue afectado por el efecto de PD ($P=0.05$), siendo mayor en machos subordinados respecto al tratamiento de los dominantes (Cuadro 4).

De la semana 2 a la semana 3 y de la semana 3 a la semana 4 fue mayor el tiempo de inicio de cortejo en machos subordinados durante la primera etapa de agrupamiento. Posterior al reagrupamiento a partir de la semana 9 a la semana 14, el inicio de cortejo fue mayor en machos subordinados (Figura 13 A).

La cantidad de intentos de monta fue significativa por efecto de PD ($P=0.02$), del tiempo ($P=0.03$) y la interacción entre la PD * tiempo ($P=0.0002$). De la semana 5 a la semana 12, la cantidad de intentos de montas mostró una tendencia a ser mayor

en el grupo de machos dominantes respecto a los subordinados (Figura 13 B). La cantidad de montas sin eyaculado fue afectada por PD ($P < 0.0001$) y por la interacción tiempo * PD ($P = 0.09$) en machos subordinados durante la primera etapa (Cuadro 4). Se tuvo tendencia a una cantidad mayor de montas sin eyaculado por parte del tratamiento DMB respecto al grupo SMB de la semana 5 a la semana 14 en competencia (Figura 13 C).

Se registrò una cantidad mayor de intentos de monta, montas sin eyaculado, montas completas, rendimiento de monta, auto-marcaje y acercamientos laterales en los machos dominantes respecto a los subordinados. Los machos subordinados registraron un mayor tiempo de inicio de cortejo(s) y tiempo a primera monta con eyaculado(s) respecto a los machos dominantes (Cuadro 4).

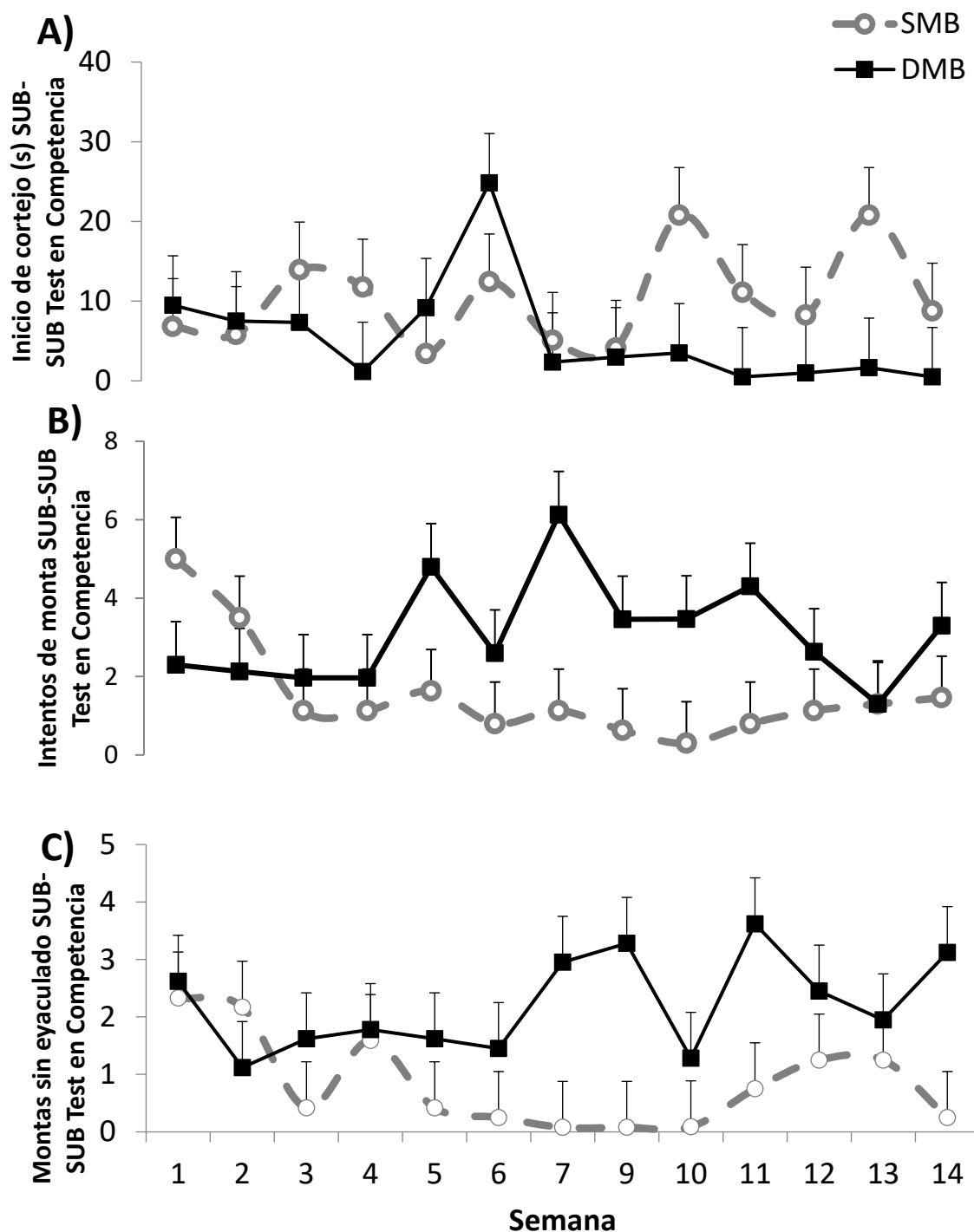


Figura 13. Inicio de cortejo (A), intentos de monta (B) y montas con eyaculado (C) de machos cabríos jóvenes criados en parejas y posteriormente reagrupados en parejas de machos subordinados (SUB-SUB). Machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($P < 0.05$).

La cantidad de montas completas en competencia se vio afectada por PD ($P<0.0001$) y por el efecto del tiempo ($P=0.03$), siendo mayor en machos dominantes respecto a los subordinados (Cuadro 4), de la semana 3 a la semana 14 (Figura 14 A).

El rendimiento de monta fue afectado significativamente por efecto de PD ($P=0.0009$), siendo esto mayor en machos dominantes de la semana 7 a la semana 11 y de la semana 13 a la semana 14 (Figura 14 B).

El tiempo transcurrido a la primera monta con eyaculado en competencia fue afectado significativamente por PD ($P=0.0002$) siendo mayor en machos subordinados respecto al grupo de machos dominantes (Cuadro 4), de la semana 3 a la semana 11 y de la semana 13 a la semana 14 mayor en machos subordinados (Figura 14 C).

Los acercamientos laterales en machos subordinados durante la primera etapa variaron respecto POR efecto de PD ($P<.0001$), siendo éstos más frecuentes en machos dominantes en comparación a los subordinados (Cuadro 4). En la Figura 15 se observa un incremento en la cantidad de acercamientos laterales por parte de los machos dominantes a partir de la semana 7 hasta la semana 14 en comparación con el grupo de los machos subordinados.

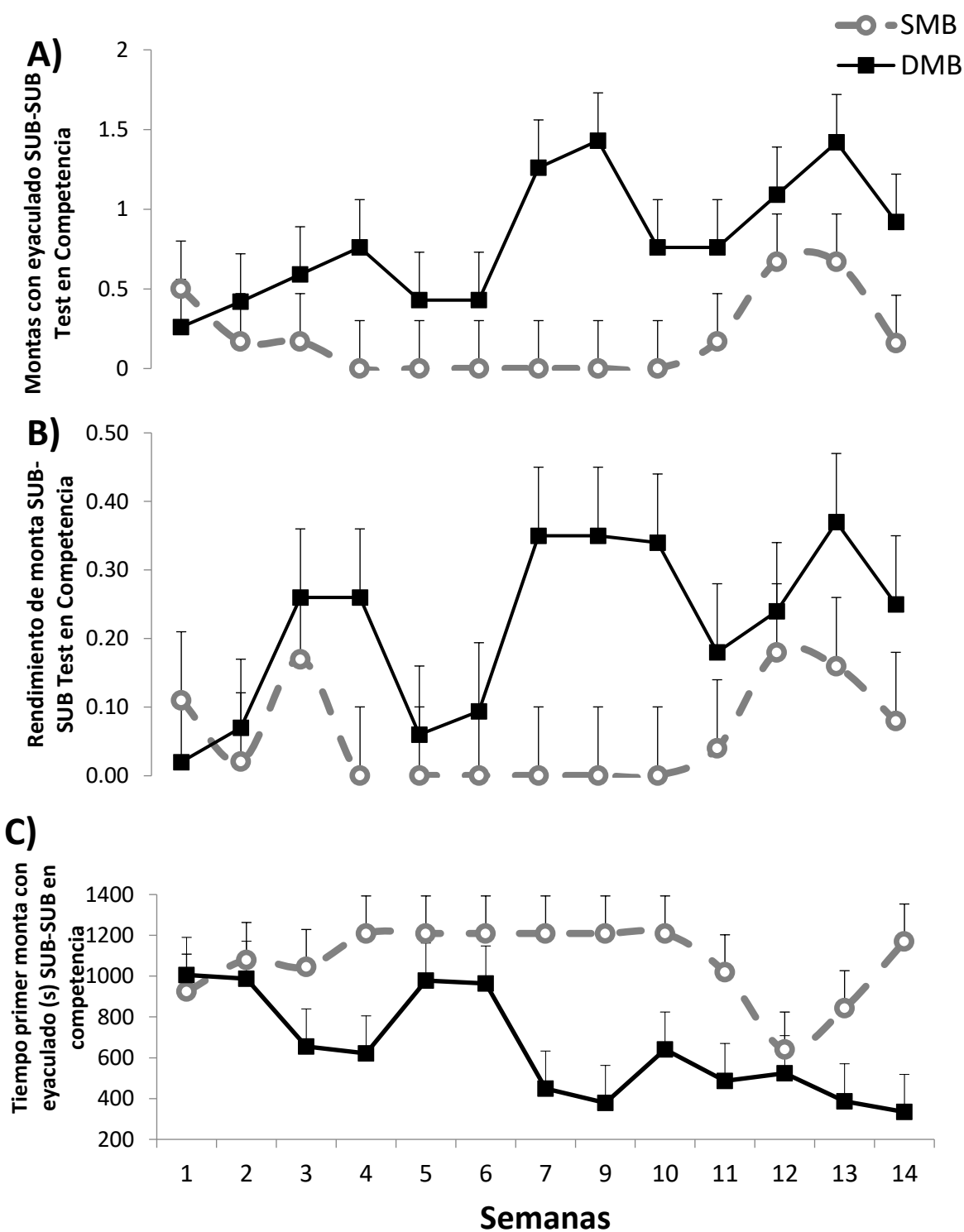


Figura 14. Montas con eyaculado (A), rendimiento de monta (B) y tiempo primer monta con eyaculado (C) de machos cabríos jóvenes criados en parejas y posteriormente reagrupados en parejas de machos subordinados (SUB-SUB). Machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($P < 0.05$).

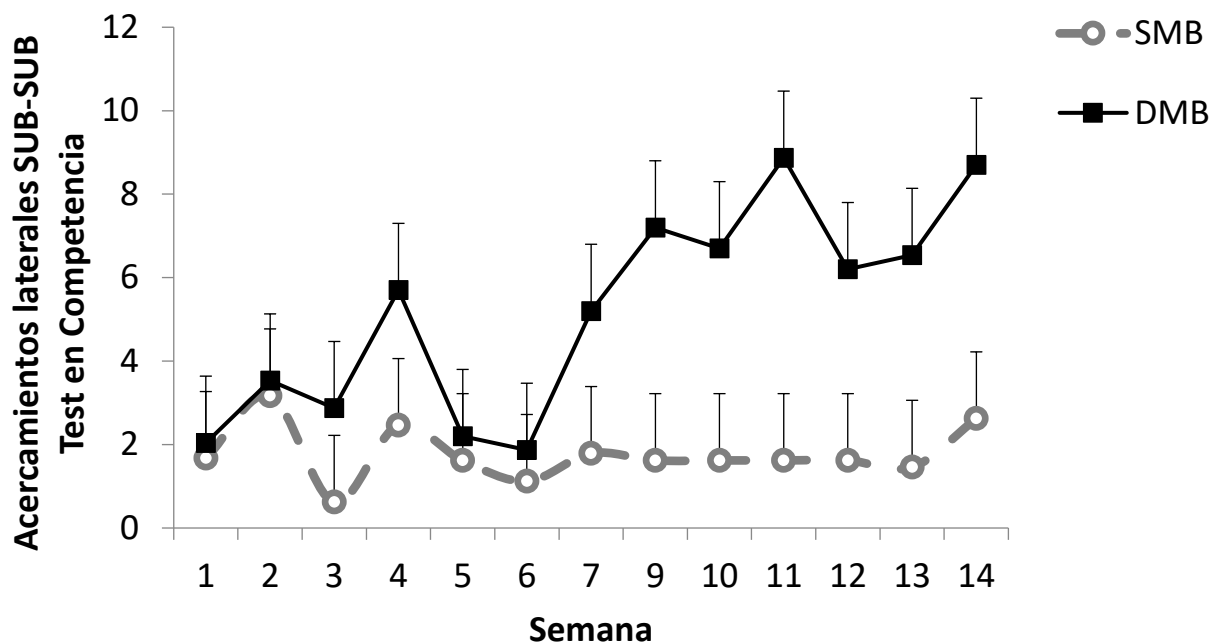


Figura 15. Acercamientos laterales de machos cabríos jóvenes criados en parejas y posteriormente reagrupados en parejas de machos subordinados (SUB-SUB). Machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media ± EEM) ($P < 0.05$).

Con relación a los resultados de las biometrías hemáticas efectuadas en diadas de machos dominantes, no se encontró significancia estadística de la interacción PD * tiempo (Cuadro 5). Respecto al efecto de PD se encontraron diferencias significativas en volumen globular ($P = 0.002$).

Cuadro 5. Principales efectos en biometrías hemáticas en diadas de machos dominantes (DOM-DOM) durante el periodo de reagrupamiento.* Sub = machos subordinados (n=6) Dom = machos dominantes (n=6).

	Sub	Dom	SEM	PD	Tiempo	Interacción PD*tiempo
Leucocitos	10.8	10.3	0.8	Ns	ns	ns
Eritrocitos	3.3	3.2	0.06	Ns	0.02	ns
Hemoglobina	10	9.8	0.2	ns	0.03	ns
Hematocrito	29.8	29.2	0.6	ns	0.02	ns
volumen globular	32.8	33.2	0.1	0.002	<0.0001	ns
MCHC	31.8	31.9	0.12	ns	<0.0001	ns
Linfocitos	45.8	42.2	3.7	ns	ns	ns
Monocitos	3.6	2.9	0.4	ns	<0.0001	ns
neutrófilos segmentados	62.06	57.7	7.3	ns	ns	ns
Plaquetas	562 111	518 977	68 794	ns	0.007	ns

***nota: se refiere a que se agruparon dos machos dominantes (DMB-DMB), considerando que uno siguió siendo dominante, mientras que el otro cambió su posición a subordinado.**

En parejas de machos dominantes durante el reagrupamiento, el conteo de eritrocitos fue afectado por el efecto del tiempo ($P=0.02$), siendo mayor en machos subordinados de la semana 8 a la semana 10, de la semana 10 a la semana 11 y de la semana 13 a la 15 (Figura 16 A).

El tiempo afectó también el conteo de hemoglobina ($P=0.03$), siendo mayor en machos de menor posición jerárquica (Figura 16 B), de la semana 8 a la semana 10, de la semana 10 a la 11 y de la semana 14 a la 15. Únicamente de la semana 12 a la 13 el conteo de hemoglobina fue mayor en machos de mayor posición jerárquica.

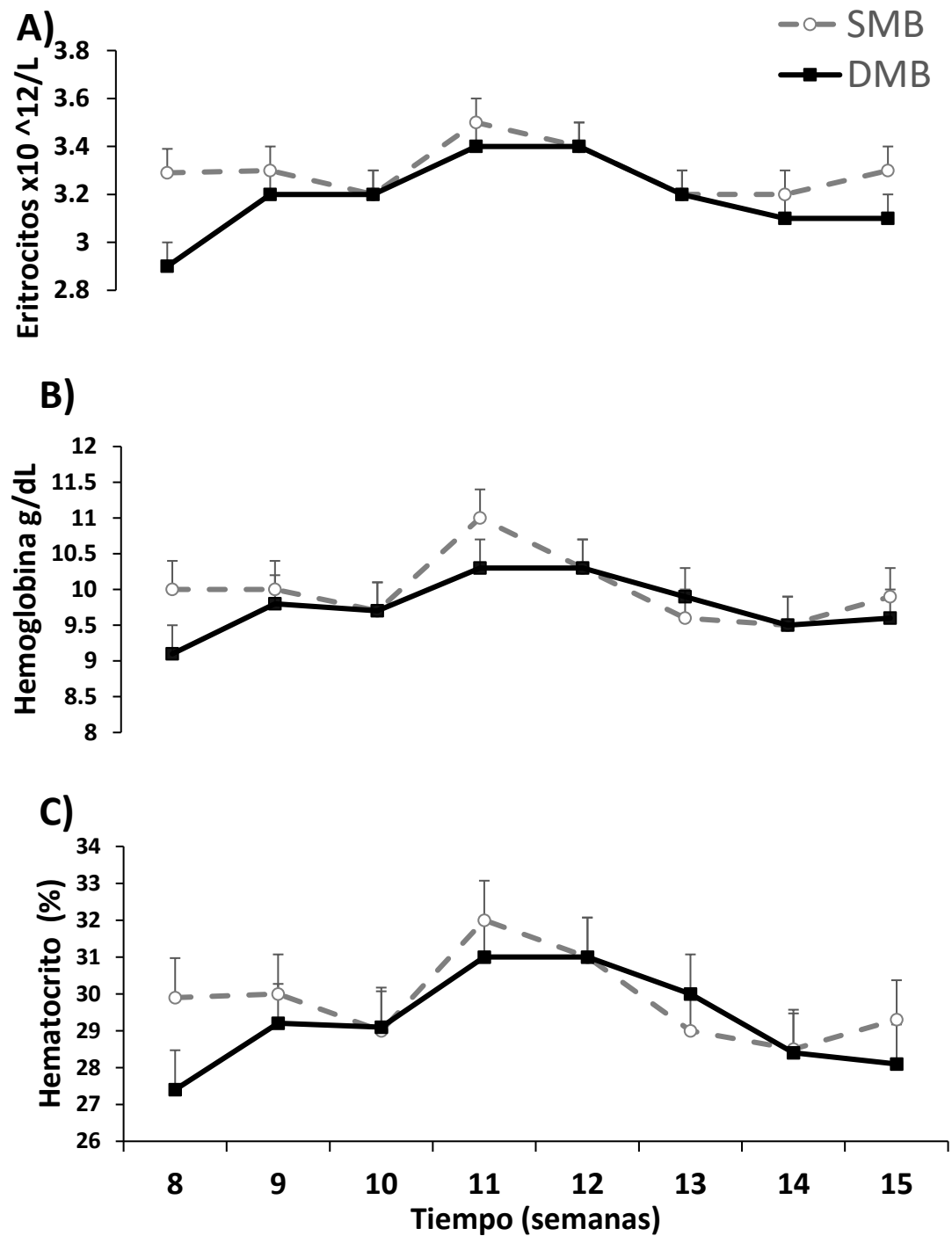


Figura 16. Eritrocitos (A), Hemoglobina (B) y Hematocrito (C) en diadas de machos dominantes (DOM-DOM) durante el periodo de reagrupamiento. (DMB machos dominantes línea negra continua $n=6$; SMB machos subordinados línea gris discontinua $n=6$) (media \pm EEM) ($P<0.05$).

La variable hematocrito fue afectada por el tiempo ($P=0.02$), teniendo valores más altos en machos de mayor posición jerárquica de la semana 8 a 9, de la semana 10 a la 11 y de la semana 14 a la 15, por su parte, los machos de mayor posición jerárquica tuvieron valores más altos en la semana 12 a la 13 (Figura 16 C).

El volumen globular en machos dominantes reagrupados fue mayor en el tratamiento de DMB (Figura 17 A), de la semana 8 a la semana 10, para presentar un descenso en el volumen de la semana 10 a la 11 y de la semana 11 a la 13, con un incremento de la semana 13 a la 14 y de la semana 14 a la 15. Los valores de MCHC en la biometría hemática fueron afectados por el tiempo ($P<0.0001$), presentando valores más elevados en machos de mayor posición jerárquica de la semana 11 a la 12 y de la semana 12 a la 13 (Figura 17 B).

El tiempo afectó significativamente a la concentración de monocitos ($P<0.0001$), siendo mayor en machos subordinados de la semana 8 a 10 y de la semana 11 a la 13, disminuyendo la concentración en ambos tratamientos de la semana 14 a la 15 (Figura 17 C).

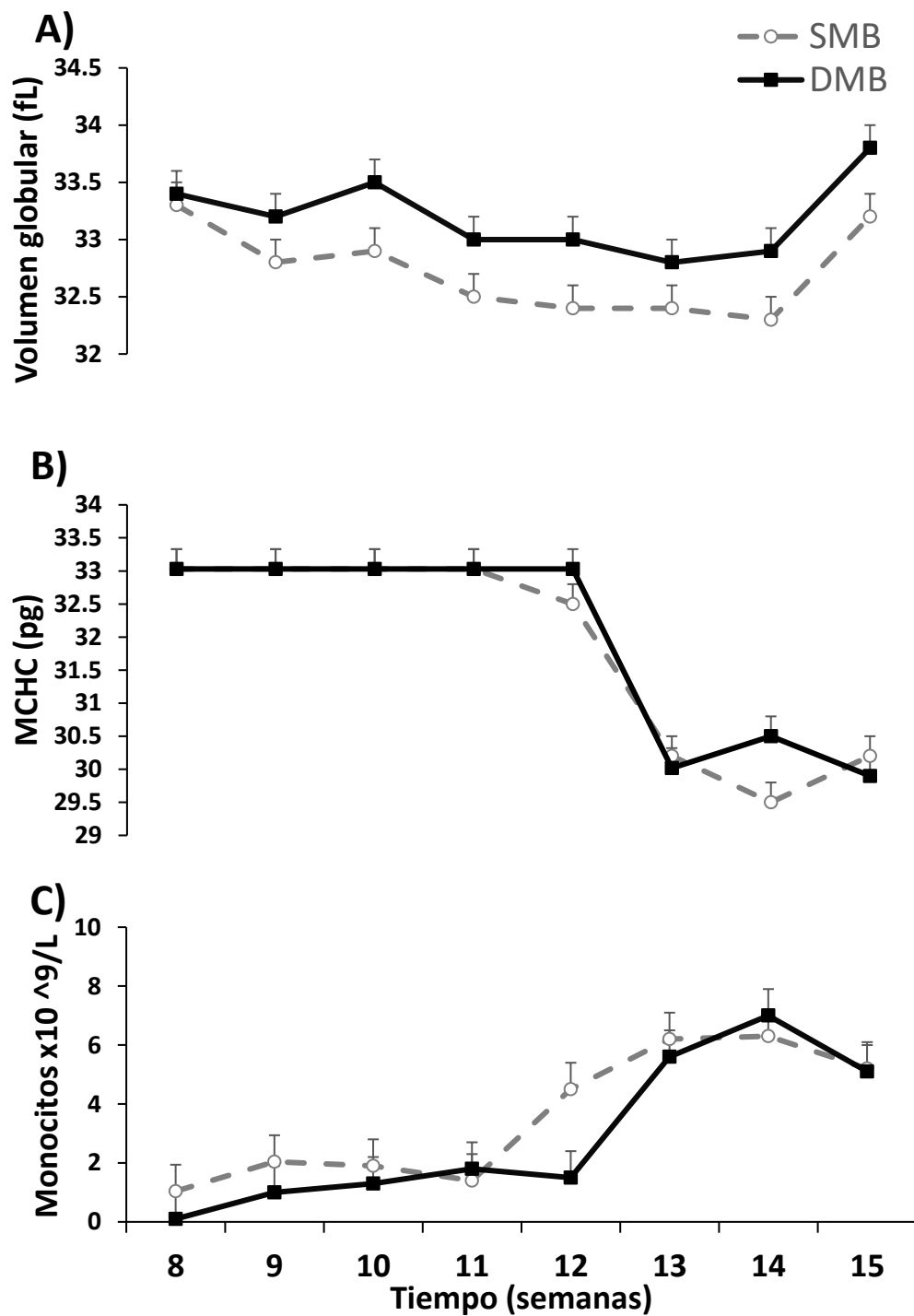


Figura 17. Volumen globular (A), MCHC (B) y Monocitos (C) en diadas de machos dominantes (DOM-DOM) durante el periodo de reagrupamiento. (DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($P < 0.05$).

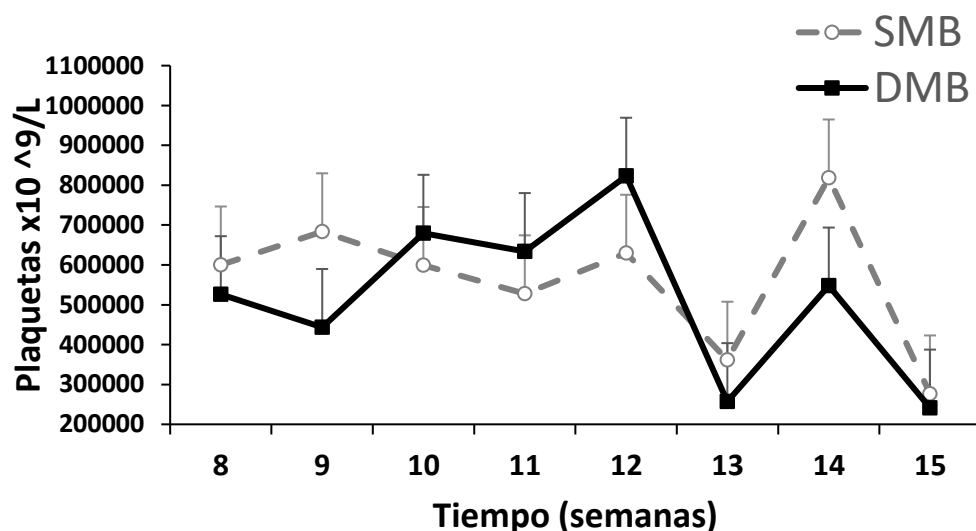


Figura 18. Plaquetas en diadas de machos dominantes (DOM-DOM) durante el periodo de reagrupamiento. (DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($P < 0.05$).

Respecto al efecto del tiempo se encontraron diferencias significativas en la concentración de plaquetas ($P=0.007$) en diadas de machos cabríos dominantes, siendo mayores en el tratamiento de machos de menor posición jerárquica de la semana 8 a la 9 y de la semana 13 a la 14. En el tratamiento de machos de mayor posición jerárquica fue mayor de la semana 9 a la 12 (Figura 18 A).

En las diadas de machos subordinados durante el reagrupamiento, el efecto de PD no fue significativo para las variables analizadas en las biometrías hemáticas, el efecto de la interacción y PD fue significativo en monocitos ($P=0.03$). Respecto al efecto del tiempo, se encontró significancia en las variables de leucocitos, , linfocitos, y neutrófilos segmentados (Cuadro 6), para las variables de monocitos hemoglobina, hematocrito, volumen globular, MCHC se encontró una significancia en cada una (Cuadro 6).

Cuadro 6. Principales efectos en biometrías hemáticas en diadas de machos dominantes (SUB-SUB) durante el periodo de reagrupamiento.* Sub = machos subordinados (n=6) Dom = machos dominantes (n=6).

	Sub	Dom	SEM	PD	Tiempo	Interacción PD*tiempo
Leucocitos	10.6	9.5	0.7	ns	0.0009	Ns
Eritrocitos	3.5	3.4	0.12	ns	ns	ns
Hemoglobina	10.2	10.1	0.23	ns	<0.0001	ns
Hematocrito	30.7	30.3	0.6	ns	<0.0001	ns
volumen globular	33.05	33.1	0.1	ns	<0.0001	ns
MCHC	31.77	31.8	0.1	ns	<0.0001	ns
Linfocitos	46.6	45.3	2.06	ns	0.05	ns
Monocitos	3.4	3.2	0.4	ns	<0.0001	0.03
neutrófilos segmentados	49.8	51.5	2.006	ns	0.003	ns
Plaquetas	621 251	536 713	81 345	ns	ns	ns

***nota: se refiere a que se agruparon dos machos subordinados (SMB-SMB), considerando que uno siguió siendo subordinado, mientras que el otro cambió su posición a dominante.**

En diadas de machos subordinados (SUB-SUB), la concentración de leucocitos fue mayor en machos subordinados, de la semana 9 a la 10 y de la semana 10 a la 15 (Figura 19 A), mostrando un incremento en la concentración para ambos tratamientos de la semana 10 a la 11 y luego una disminución de la semana 11 hasta la 15.

La concentración de hemoglobina mostró un incremento en ambos tratamientos de la semana 8 a la 12 y posteriormente un descenso en la concentración de la semana 12 a la 13, 13 a la 14 y de la 14 a la 15, mostrando valores numéricamente mayores en los machos de menor rango jerárquico en las semanas 10 y 13 (Figura 19 B).

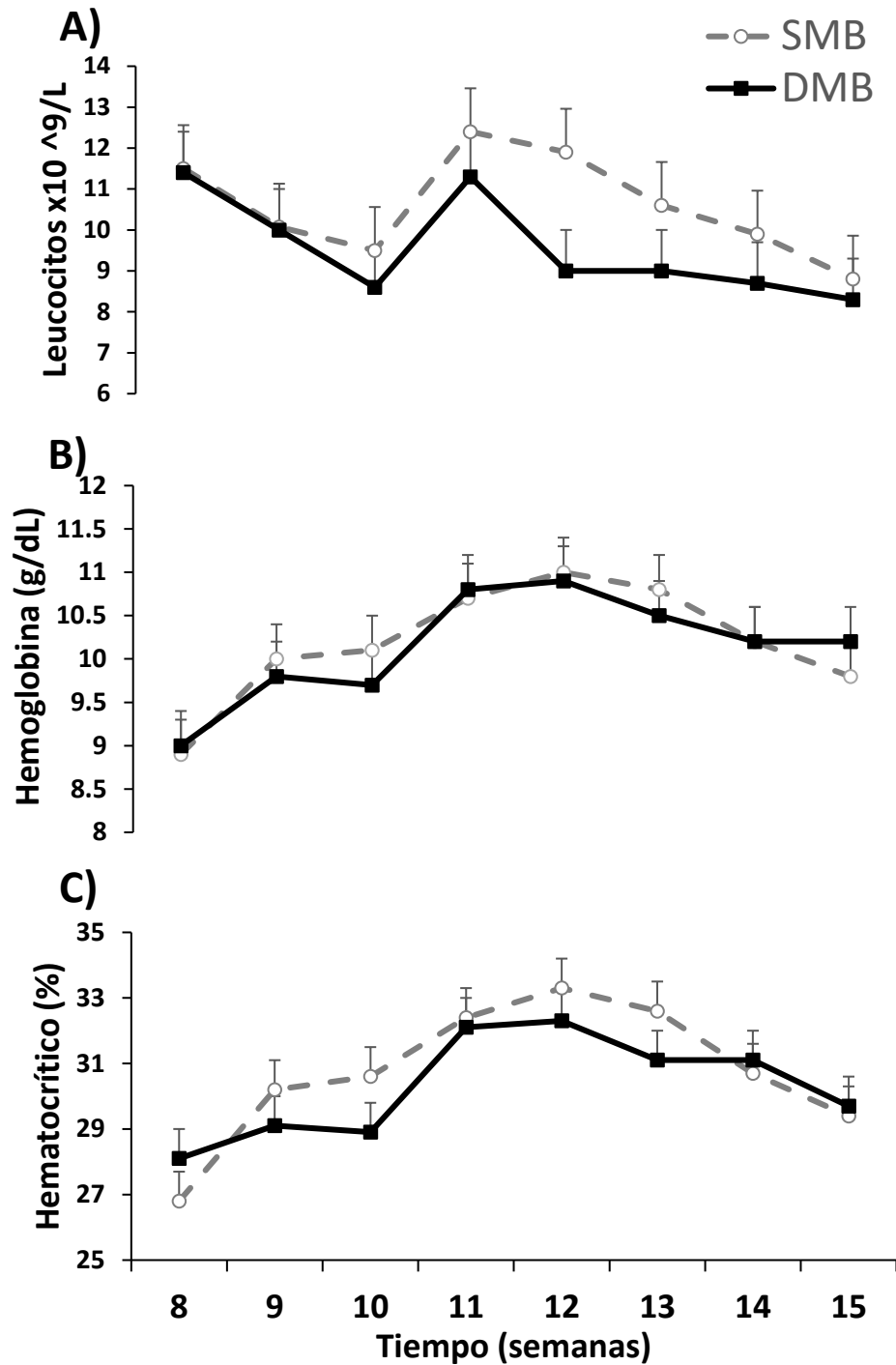


Figura 19. Leucocitos (A), Hemoglobina (B) y Hematocrito (C) en diadas de machos subordinados (SUB-SUB) durante el periodo de reagrupamiento. (DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($P < 0.05$).

Los valores de hematocrito en diadas (SMB-SMB) fueron mayores en machos subordinados de la semana 9 a la 12 y posteriormente se mostró una disminución en la concentración en ambos tratamientos de la semana 12 a la 13 (Figura 19 C). El volumen globular tuvo porcentajes mayores en machos subordinados, los cuales fueron incrementándose de la semana 8 a la 9, de la 9 a la 10, de la 10 a la 11 y de la semana 11 a la 12 para presentar posteriormente un descenso de la semana 12 a la 13 (Figura 20 A).

El valor de MCHC fue mayor en las primeras dos semanas posteriores al reagrupamiento en machos subordinados, manteniéndose en concentraciones similares de la semana 9 a la 12, para posteriormente mostrar un descenso en la semana 13 en ambos tratamientos. Por su parte, los machos de mayor posición jerárquica mostraron un incremento en la concentración de la semana 14 a la 15 (Figura 20 B).

La concentración de linfocitos mostró valores similares en ambos tratamientos (Figura 20 C), un incremento de la semana 8 a la 9 y de la 9 a la 10, posteriormente un descenso en la concentración de la semana 10 a la 11, seguido de un incremento de la semana 11 a la 13, un descenso en la semana 14 y finalmente un aumento en la concentración de linfocitos de la semana 14 a la 15.

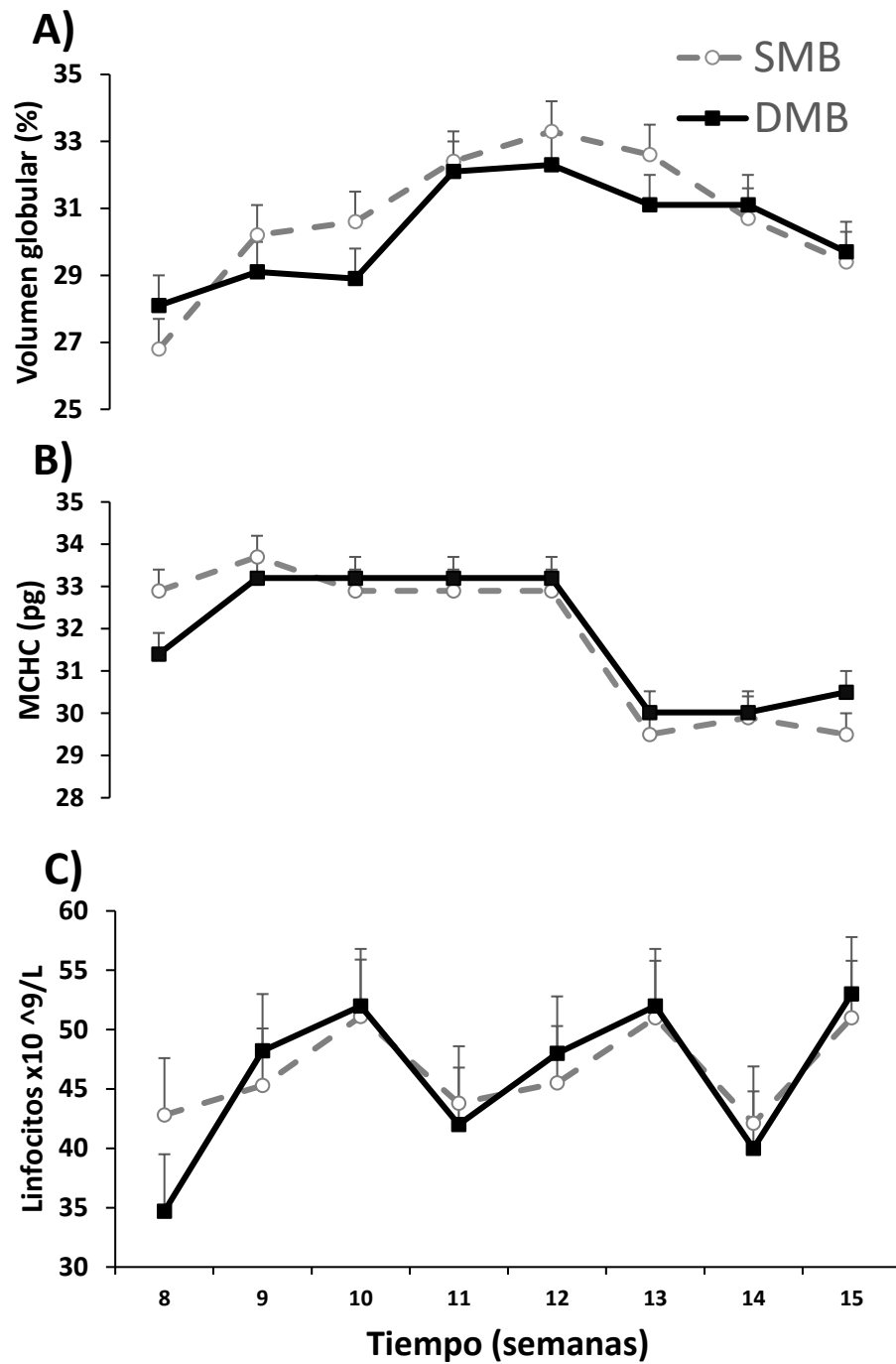


Figura 20. Volumen globular (A), MCHC (B) y Linfocitos (C) en diadas de machos subordinados (SUB-SUB) durante el periodo de reagrupamiento. (DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($P < 0.05$).

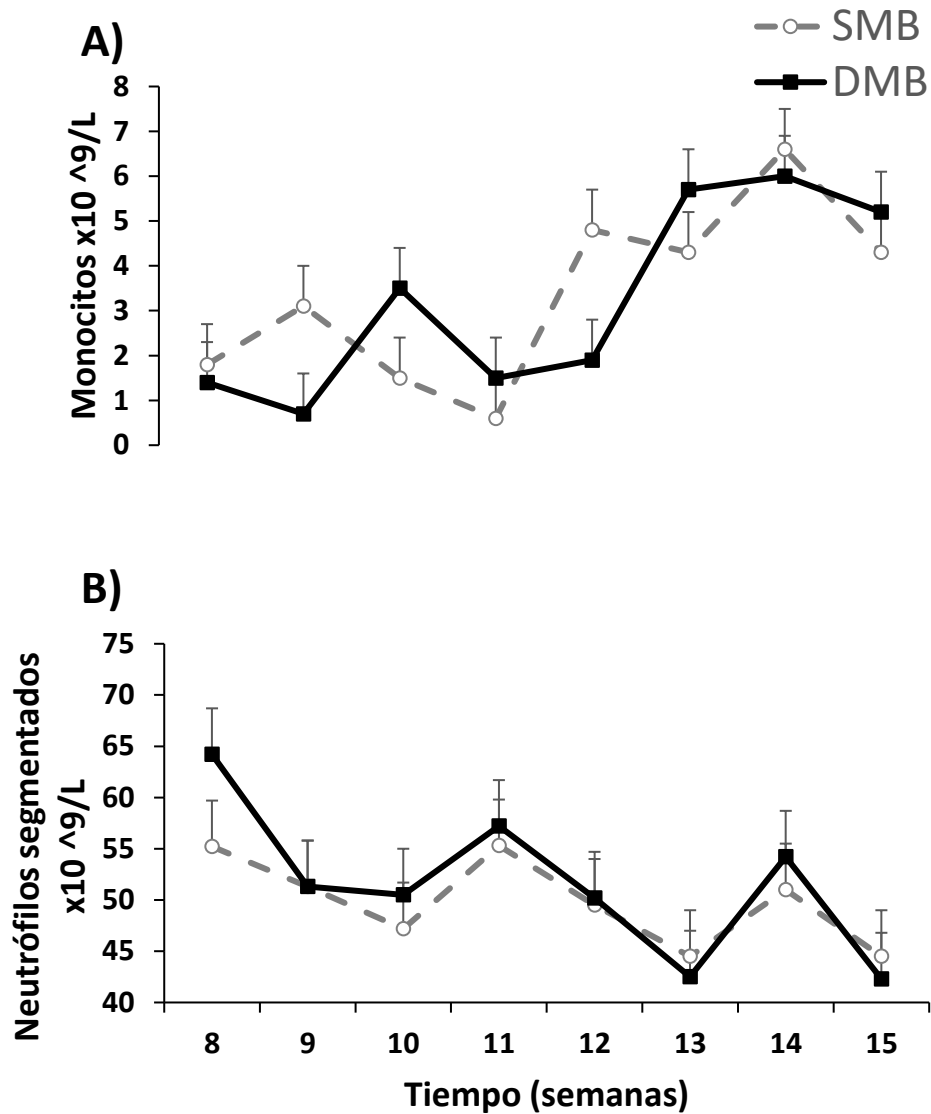


Figura 21. Monocitos (A) y Neutrófilos segmentados (B) en diadas de machos subordinados (SUB-SUB) durante el periodo de reagrupamiento. (DMB machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($P < 0.05$).

La concentración de monocitos en diadas SUB-SUB fue mayor en las semanas 8 a la 9, 11 a la 12 y 13 a la 14 en machos de menor posición jerárquica. En machos dominantes, la concentración fue mayor de la semana 9 a la 10, 12 a la 13 y de la 14 a la 15 (Figura 21 A).

La concentración de neutrófilos mostró un comportamiento similar en ambos tratamientos, disminuyendo la concentración de la semana 8 a la 10, un posterior incremento de la 10 a la 11, un descenso de la semana 11 a la 13, un aumento en la concentración de la semana 13 a la 14, siendo numéricamente mayor en machos dominantes para finalmente mostrar un descenso en la concentración en ambos tratamientos de la semana 14 a la 15 (Figura 21 B).

Las concentraciones de cortisol durante el periodo de reagrupamiento en diadas de machos DOM-DOM tuvieron valores sostenidos durante los primeros 40 min en ambos tratamientos (machos dominantes y subordinados). Posteriormente se registró un incremento gradual en los valores de 93.1 nmol/L a 112.0 nmol/L en machos subordinados. En machos dominantes, que permanecieron siendo dominantes durante el reagrupamiento, se observó una disminución en las concentraciones de cortisol, pasando de 86.0 nmol/L a 33.7nmol/L (Figura 22 A).

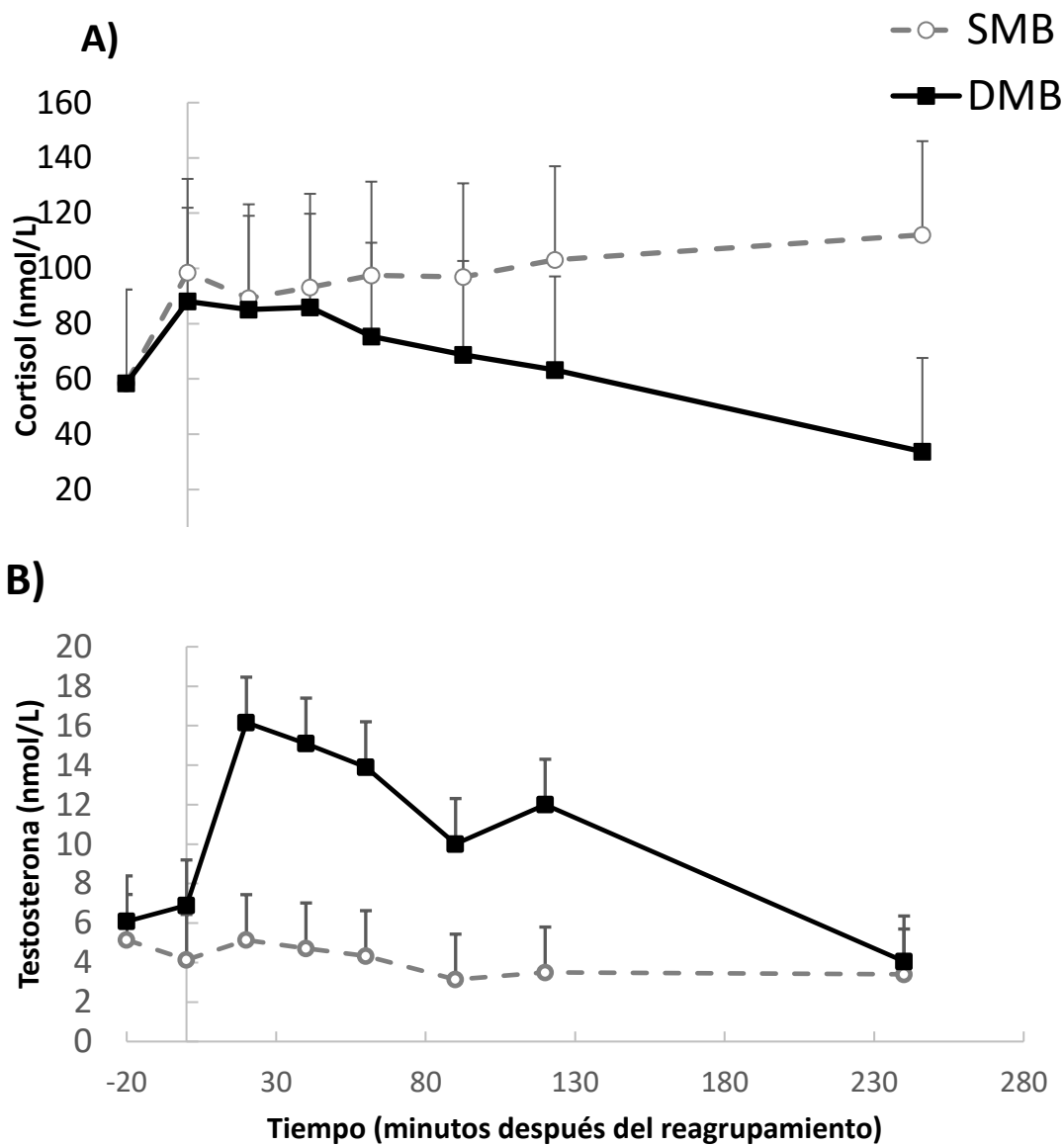


Figura 22. Concentraciones de Cortisol (A) y Testosterona (B) de machos cabríos jóvenes reagrupados en parejas de machos dominantes (DOM-DOM) machos dominantes línea negra continua n=6; SMB machos subordinados línea gris discontinua n=6) (media \pm EEM) ($P < 0.05$).

Las concentraciones de testosterona en machos dominantes durante la primera etapa y que permanecieron como dominantes durante el reagrupamiento, se aprecia un incremento en las concentraciones séricas de 6.9 a 16.2 nmol/L entre los minutos 0 y 20 después del agrupamiento. En machos subordinados se muestra un incremento en la concentración de testosterona al ser reagrupados (0 min) y posteriormente de 20 – 240min un detrimento en la concentración, yendo de los 5.1 a 3.4 nmol/L respectivamente (Figura 22 B).

En diadas de machos subordinados se obtuvo que las concentraciones séricas de cortisol en cabritos subordinados que continuaron siendo subordinados fueron disminuyendo de los 20 a los 240 min, pasando de 62.8 a 42.8 nmol/L y en machos subordinados que durante la primera etapa y durante el reagrupamiento fueron dominantes se registró una disminución en la concentración de cortisol de 20 - 240 min de 99.4 a 32 nmol/L, respectivamente (Figura 23 A).

Las concentraciones hormonales de testosterona de machos que al agruparse en diadas fueron subordinados, y permanecieron como subordinados después del reagrupamiento, mostraron un incremento en la concentración sérica al ser reagrupados (0 min). Posteriormente la concentración fue disminuyendo hacia los 240 min, de 10.3 a 5.2 nmol/L (Figura 23 B).

En machos subordinados durante la primera etapa que fueron dominantes durante el reagrupamiento, mostraron un incremento en las concentraciones de 5.3 a 10.7 nmol/L (0 - 20 min), una disminución posterior en los valores de 10.7 a 9.6 nmol/L y de 9.6 a 7.3 nmol/L (20 - 60 min respectivamente) y un incremento posterior de 9.9 a 15.4nmol/L (90 – 240min respectivamente).

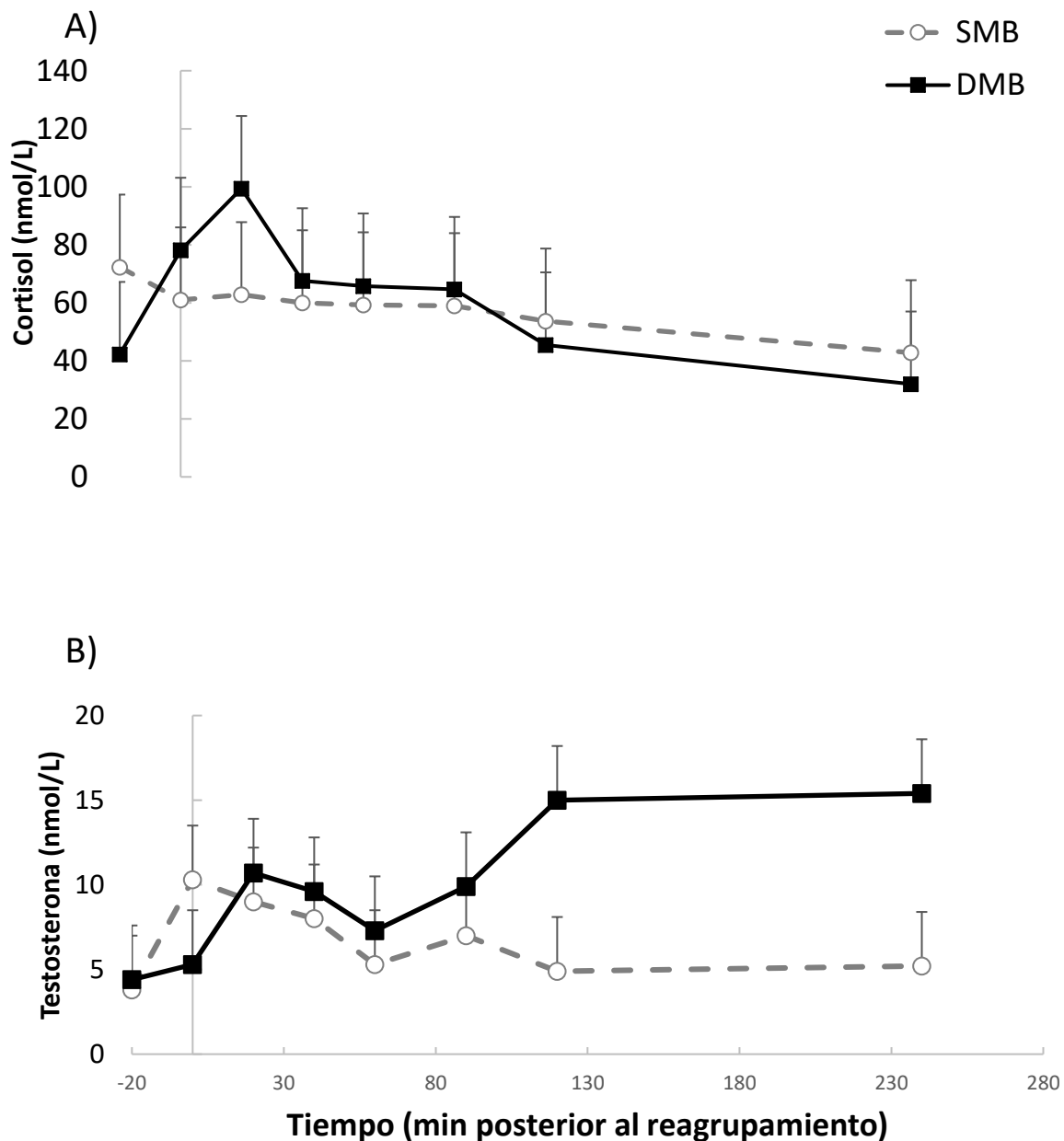


Figura 23. Concentraciones de Cortisol (A) y Testosterona (B) de machos cabríos jóvenes reagrupados en parejas de machos subordinados (SUB-SUB) machos dominantes línea negra continua n=6; machos subordinados línea gris. (media \pm SEM) ($P < .05$).

5. DISCUSION

De acuerdo con lo encontrado en el presente estudio, el reacomodo en la posición jerárquica producida al reagrupar machos jóvenes cabríos en parejas de machos dominantes y subordinados incrementó los niveles de estrés en los animales y junto con ello, modificó su comportamiento sexual.

Estudios previos en grupos de carneros machos confinados, mencionan que la dominancia social influye en el rendimiento reproductivo en carneros subordinados cuando están en presencia de machos de mayor posición jerárquica (Mattner et al., 1967; Rands et al., 2006). En la presente investigación la dominancia fue suficiente para producir un efecto negativo en el comportamiento reproductivo de machos subordinados, los cuales tuvieron un menor número de montas con eyaculado y un menor rendimiento de monta, aunque su comportamiento sexual no fue inhibido, concordando esto con los resultados de Lacuesta y Ungerfeld (2012).

Al reagruparse los dos grupos DOM-DOM y SUB-SUB, los machos que permanecieron dominantes durante la segunda etapa presentaron una mayor ocurrencia de conductas de cortejo (acercamientos laterales, flehmen y olfateos) durante las pruebas en competencia, lo cual coincide con lo reportado por Mainguy y colaboradores (2008), donde mencionan que los machos de mayor rango jerárquico siempre van a presentar este tipo de conductas para identificar hembras en estro y defenderlas de otros machos.

Los machos de mayor jerarquía en las diadas de machos subordinados demostraron una menor cantidad de olfateos, flehmen, acercamientos laterales, intentos de montas y montas con eyaculado respecto a los machos de mayor jerarquía en las parejas de machos dominantes, lo anterior pudiera deberse a que ambos grupos de

machos subordinados provienen de un ambiente de supresión por parte de los dominantes, lo cual conlleva efectos negativos en el comportamiento sexual (Dewsbury, 1982).

El tiempo entre el inicio de cortejo y la primera monta fue mayor en los machos dominantes del grupo SUB-SUB, que en los dominantes del grupo DOM-DOM. Quizá este efecto de tardarse más en iniciar el cortejo y montar con mayor rapidez fue un efecto residual que duró por un tiempo de 4 semanas, ya que provenían de una subordinación ante un dominante (Orihuela, 2014).

Anteriormente ha sido reportado que, al colocar machos cabríos en un ambiente de competencia continua, aquellos de mayor posición jerárquica se encuentran más motivados para copular y son más eficaces a nivel reproductivo, presentando más actos consumatorios en un menor tiempo (Pelletier y Festa-Bianchet, 2006; Sánchez et al., 2018). Los valores obtenidos en el presente estudio fueron menores que los reportados en estudios previos (Simitzis et al., 2006), ya que al ser más jóvenes (6 meses menores) tendrían menos experiencia sexual comparado con los machos usados para este trabajo.

Asimismo, los resultados obtenidos plantean que la jerarquía durante el reagrupamiento fue suficiente para producir un cambio en el nivel de estrés en el grupo DOM-DOM, pudiendo observar que, en las últimas mediciones, los niveles séricos de cortisol fueron menores en los machos que continuaron siendo dominantes respecto a los dominantes que cambiaron su posición jerárquica a subordinados. Esto podría explicarse a que, durante el periodo de reagrupamiento, el macho dominante que cambió a subordinado, afrontó un nivel de estrés más intenso, considerando que anteriormente tenía un rango social más alto,

modificando también su acceso a alimento, agua, sitios de descanso y enfrentamientos físicos, teniendo un costo energético más alto (primates: Abbot et al., 2003; hámster sirio: Morrison et al., 2014).

Por otro lado, la respuesta en machos subordinados fue menos intensa y sin diferencias entre los machos de mayor y menor jerarquía, una explicación posible es que, durante la primera etapa, los machos ya tenían una carga de estrés más alta que la producida por el efecto del rango jerárquico, concordando con los resultados encontrados por Lacuesta y Ungerfeld (2012).

Posterior al reagrupamiento, los niveles de testosterona fueron mayores en machos de mayor jerarquía tanto en parejas de machos dominantes como subordinados. Esto difiere de los datos reportados por Ungerfeld y Lacuesta (2010) en carneros y por Sánchez et al. (2018) en machos cabríos jóvenes, y podría ser explicado por el hecho de que, en el presente estudio, los machos permanecieron en parejas durante el reagrupamiento, manteniendo el máximo nivel de competencia posible en cuanto al reajuste en el rango social y el espacio disponible, respecto a los dos estudios anteriormente citados.

Bartoš et al. (2010) reportaron que al modificar la composición jerárquica en un grupo de ciervos machos en dos etapas, los machos dominantes tuvieron una concentración de testosterona más alta respecto a los machos subordinados, lo cual sugiere una relación entre el rango y las concentraciones séricas de testosterona. Y paralelo a ello, una disminución en las concentraciones de testosterona respecto a los altos niveles de cortisol en machos subordinados, lo cual se alinea con los resultados del presente estudio.

Por otra parte, la calidad seminal presentó diferencias significativas debidas al efecto de PD en concentración seminal para ambos tipos de diadas y motilidad progresiva en parejas de machos dominantes.

La interacción de PD respecto al tiempo presentó significancia en el caso del número total de espermatozoides en el eyaculado, motilidad masal, motilidad progresiva y el total de espermatozoides con motilidad progresiva, en parejas de machos dominantes.

Se observó una mayor producción de semen en machos de mayor rango jerárquico, respecto a los machos de menor rango, lo cual está de acuerdo con los resultados observados por Ungerfeld y Pensado (2008) en corderos jóvenes y García-Granados et al. (2019) en macacos.

Sánchez et al. (2018) reportaron que no había diferencias significativas en la calidad seminal respecto al rango social, resultados que concuerdan con los obtenidos en el presente estudio en parejas de machos subordinados, en donde el rango jerárquico afectó el comportamiento sexual con hembras en estro, tanto a nivel individual como en competencia, aunque no directamente en la calidad seminal. Contrario a lo encontrado por Aguirre et al., (2007).

En el grupo SUB-SUB del presente trabajo, los animales de menor jerarquía presentaron valores mayores en total de espermatozoides en el eyaculado, motilidad masal, motilidad progresiva y espermatozoides totales con motilidad progresiva respecto a los machos de mayor jerarquía.

En cuanto al perfil hemático, no se encontraron diferencias debido a la posición jerárquica, lo cual podría explicarse debido a que los animales reagrupados fueron previamente criados en condiciones de competencia, lo cual les permitió adaptar su

metabolismo hematológico, alineándose con el concepto general de resiliencia y resistencia a enfermedad (Colditz y Hine, 2016).

Sin embargo, en un estudio realizado en cévidos, Ceacero et al., (2018) determinaron que el rango jerárquico afecta el perfil hematológico, incrementando la actividad eritropoyetaria en machos de mayor rango jerárquico; los cévidos utilizados eran adultos de 6.1 ± 3.3 años, lo cual podría explicar las diferencias entre lo reportado en dicho estudio respecto a la presente investigación ya que, en la mayoría de las especies, el efecto de la posición jerárquica se hace más fuerte conforme el peso y la edad de estos (ratones: Machido et al., 1981; cabra: Orgeur et al., 1990; babuinos: Wright et al., 2019).

Sin embargo, más estudios son necesarios para constatar si hay un cambio en el efecto del rango jerárquico respecto la pubertad y la madurez para ver cómo influye en el estatus reproductivo de los machos cabríos, siendo importante continuar esta línea de investigación en animales de mayor edad y sobre todo a edades mayores de 15 meses, ya que estarían expresando todo su desarrollo corporal y por lo tanto su perfil hematológico (Arfuso et al., 2016).

En suma, los resultados del presente estudio permiten conocer más acerca de cómo influye el rango jerárquico respecto al estatus reproductivo en machos cabríos jóvenes sin experiencia previa. Además, hace posible formular estrategias de manejo que sean de bajo costo y de utilidad para los productores, en las cuales sea posible tener en consideración no solo en el peso vivo y circunferencia escrotal de los machos, sino también la motivación de estos y su capacidad para montar a las hembras.

Estos son aspectos clave del comportamiento sexual en sementales que suelen dejarse sin atención al evaluar el potencial reproductivo de los machos, pero que son clave para mejorar el rendimiento y eficiencia en hatos cabríos en la región.

6. CONCLUSIONES

En las condiciones en las cuales fue realizado el presente estudio, de forma independiente a la posición de dominancia previa, los machos cabríos que permanecieron siendo dominantes después de la agrupación tuvieron un comportamiento sexual más efectivo, mostrando más comportamientos de cortejo y consumatorios en comparación con los machos que resultaron subordinados después de ser agrupados, cuando las pruebas de capacidad de monta individual y en competencia fueron realizadas.

Los machos cabríos jóvenes subordinados, presentaron menores interacciones con la hembra tanto en competencia como en las pruebas de comportamiento no competitivas en comparación a las diadas de machos dominantes.

En las diadas de machos subordinados, los machos de menor jerarquía mostraron menos interacciones con la hembra y una mejor calidad seminal.

En diadas de machos dominantes, los machos de mayor jerarquía se estresaron menos después del reagrupamiento respecto a los de menor jerarquía.

En las diadas de machos subordinados, las concentraciones de cortisol fueron similares en ambos grupos.

No se observó un efecto de la posición de dominancia respecto al perfil hematológico.

Más estudios se tienen que realizar para tener valores de referencia acordes a las razas empleadas y a los efectos del rango jerárquico en machos cabríos y las variaciones en el perfil hematológico de los mismos.

7. REFERENCIAS

- Abbott, D., Keverne, E., Bercovitch, F., Shively, C., Mendoza, S., Saltzman, W. y Sapolsky, R. 2003. Are subordinates always stressed? a comparative analysis of rank differences in cortisol levels among primates. *Horm & Behav* 43, 67–82.
- Abril-Sánchez, S., Freitas-de-Melo, A., Beracochea, F., Damián, J.P., Giriboni, J., Santiago-Moreno, J. y Ungerfeld, R. 2017. Sperm collection by transrectal ultrasoundguided massage of the accessory sex glands is less stressful than electroejaculation without altering sperm characteristics in conscious goat bucks. *Theriogenology* 98, 82- 87.
- Addison, W. E., y Baker, E. 1982. Agonistic behavior and social organization in a herd of goats as affected by the introduction of non-members. *Appl Anim Ethol* 8, 527–535.
- Ahmad, N. y Noakes, D. 1996. Seasonal variations in the Semen quality of young british goats. *Brit Vet J*, 152, 225-236.
- Apple, J. K., Minton, J. E., Parsons, K. M. y Unruh, J. A., 1993. Influence of repeated restraint and isolation stress and electrolyte administration on pituitary-adrenal secretions, electrolytes, and other blood constituents of sheep. *J. Anim Sci* 71, 71-77.
- Arfuso, F., Fazio, F., Rizzo, M., Marafioti, S., Zanghi, E. y Piccione, G. 2016. Factors affecting the hematological parameters in different goat breeds from Italy. *Ann Anim Sci* 16, 743-757.
- Arroyo, J. 2011. Reproductive seasonality of sheep in Mexico. *Trop sub trop agroecosyst* 14, 829-845.
- Bartoš, L., Schams, D., Bubenik, G. A., Kotrba, R., y Tománek, M. 2010. Relationship between rank and plasma testosterone and cortisol in red deer males (*Cervus elaphus*). *Phys Behav* 101, 628–634.
- Benmoula, A., Badi, A., Fadili, M., Khalil, K., Allai, L., Hilali, A. y Amiri, B. 2017. Effect of season on scrotal circumference, semen characteristics, seminal plasma composition and spermatozoa motility during liquid storage in INRA180 rams. *Anim Re. Sci* 180, 17-22.
- Bongso, T., Jainudeen y M. Zahrah, A. 1982. Relationship of scrotal circumference to age, body weight and onset of spermatogenesis in goats. *Theriogenology*, 18, 513-524.
- Casao, A., Mendoza, N., Pérez, R., Grasa, P., Abecia, J., Forcada, F., Cebrián, J. y Blanco, T. 2009. Melatonin prevents capacitation and apoptotic-like changes of ram spermatozoa and increases fertility rate. *J Pineal Res*, 48, 39-46.
- Ceacero, F., Gaspar-López, E., Landete-Castillejos, T., Gallego, L. y García, A. (2018). Social rank affects the haematologic profile in red deer hinds. *Vet Rec* 182, 436-457.
- Chacón, L., Lozano, H., Orozco, J. y Ardila, M. 2019. Características de la pubertad en corderos de pelo y sus cruces en Colombia en condiciones de baja altitud. *Rev MVZ Cordoba*, 24, 7097-7103.
- Chenoweth, P. J. 1983. Sexual Behavior of the Bull: A Review. *J Dairy Sci*, 66, 173–179.

- Chemoweth, P. J. y Lorton, S. 2014. Animal andrology: theories and applications, Wisconsin, USA.
- Clutton-Brock, T. H., y Huchard, E. 2013. Social competition and selection in males and females. *Phil Trans R Soc B* 368, 20130074.
- Clutton-Brock, T. 2017. Reproductive competition and sexual selection. *Phil Trans R Soc B* 372: 20160310.
- Colditz, I. y Hine, B. 2016. Resilience in farm animals: biology, management, breeding and implications for animal welfare. *Anim Prod Sci* 56, 1961-1983.
- Damián, J. y Ungerfeld, R., 2011. The stress response of frequently electroejaculated rams to electroejaculation: hormonal, physiological, biochemical, haematological and behavioural parameters. *Reprod Dom Anim* 46, 646-650.
- Damián J.P. y Ungerfeld R. 2013. Indicadores de bienestar animal en especies productivas: una revisión crítica. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 21, 103-113.
- De Martino, C., Francavilla, S., Fabbrini, A. y Accinni, L. 1989. Mammalian spermatogenesis and its disorders in man. In Motta, P. M., Van Blerkom, J. (eds). *Ultrastructure of human gametogenesis and Early embryogenesis*. K. Aca. Publ. Basel. 1 – 32.
- Deng, S., Yu, K., Sun, T., Li, Y. y Liu, Y. 2018. Melatonin regulates the synthesis of steroid hormones on male reproduction: a review. *Molecules*, 23, 447.
- Dewsbury, D. 1982. Dominance rank, copulatory behavior and differential reproduction. *Quarterly Rev Biol*, 57, 135-159.
- Elmaz, O., Dikmen, S., Cirit, U. y Demir, H. 2007. Prediction of postpubertal reproductive potential according to prepubertal body weight, testicular size, and testosterone concentration using multiple regression analysis in Kivircik ram lambs. *Turk. J. Vet. Anim. Sci*, 32, 335-343.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2016. FAOSTAT Producción agrícola [online]. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/en/#country/138>, Fecha de acceso: 20 de agosto 2018.
- França, L., Becker-Silva, S. y Chiarini-Garcia, H. 1999. The length of the cycle of seminiferous epithelium in goats (*Capra hircus*) *Tissue Cell*, 31, 274-280.
- García-Granados Mónica Dafne, Hernández-López Leonor Estela y Mondragón- Ceballos Ricardo. 2019. Sperm concentration, coagulum weight, and testosterone levels differences according to social rank in male stump-tail macaques (*Macaca arctoides*), *Theriogenology* 125, 49-55.
- Giriboni J, Lacuesta L, Damián JP y Ungerfeld R. 2015. Grouping previously unknown bucks is a stressor with negative effects on reproduction. *Trop Anim Health Prod* 47, 317-322.
- Hernández, Z. 2000. La caprinocultura en el marco de la ganadería poblana (México): Contribución de la especie caprina y sistemas de producción. *Arch. Zootec.* 49, 341-352.

- Imwalle, D.B. y Katz, L.S., 2004. Development of sexual behavior over several serving capacity tests in male goats. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 89, 315–319.
- Iyasere, O., James, I., Williams, T., Daramola, J., Lawal, K., Oke, O. y Iyasere, E. 2018. Behavioural and physiological responses of West African Dwarf Goat dams and kids subjected to short-term separation. *Trop Subtrop Agroecosyst*, 51, 5-11.
- Jiménez-Rabadán, P., Ramón, M., García-Álvarez, O., Maroto-Morales, A., del Olmo, E., Fernández-Santos, M., Montoro, V., Bisbal, A., Soler, A., Pérez-Guzmán, M. y Garde, J. 2012. Effect of semen collection method (artificial vagina vs. electroejaculation on post-thaw sperm quality of Blanca-Celtibérica buck ejaculates. *Anim Repr Sci*, 132, 88-95.
- Jiménez-Rabadán, P., Soler, A., Ramón, M., García-Álvarez, O., Maroto-Morales, A., Iniesta-Cuerda, M., Fernández-Santos, M., Montoro, V., Pérez-Guzmán, M. y Garde, J. 2016. Influence of semen collection method on sperm cryoresistance in small ruminants. *Anim Repr Sci*, 167, 103-108.
- Katz, L. S. 2008. Variation in male sexual behavior. *Anim Repr Sci*, 105, 64–71.
- Kikusui, T., Winslow, JT y Mori, Y. 2006. Amortiguación social: alivio del estrés y la ansiedad. *Phil Trans*, 361, 2215–2228
- Klemm, W.R., Sherry, C.J., Schake, L.M. y Sis, R.F. 1983. Homosexual behavior in feedlot steers: an aggression hypothesis. *Appl. Anita. Ethol.*, 11, 187-195.
- Lacuesta, L. y Ungerfeld, R. 2012. Sexual performance and stress response of previously unknown rams after grouping them in dyads. *Anim Repr Sci*, 134, 158–163.
- Madrid-Bury, E., González-Stagnaro, C., Aranguren-Méndez, J., Yanez, F. y Quintero-Moreno, A. 2011. Sexual behavior of “Criollo Limonero” bulls. *Rev Fac Agr*, 28, 505-513.
- Málaga, C. Y., Ortiz N. D. A., Hernández-Marín, I., Tovar-José, M. y Ayala-Ruiz A. 2005. Detención de la espermatogénesis. *Gin. Obst.* 73, 500 – 508.
- Mainguy, K. y Côté, SD. 2007. Age and state-dependent reproductive effort in male mountain goats (*Oreamnos americanus*). *Behav Ecol Soc*, 62, 935-943.
- Mainguy, J., Côté, SD, Cardinal, E. y Houle, M. 2008. Tácticas de apareamiento y elección de pareja en relación con la edad y el rango social en cabras montesas. *J Mammal*, 89, 626–635.
- Marco-Jiménez, F., Vicente, J.S. y Viudes-de-Castro, M.P. 2008. Seminal plasma composition from ejaculates collected by artificial vagina and electroejaculation in Guirra ram. *Reprod. Domest. Anim.* 43, 403–408.
- Mattner, PE, Braden, AWH y Turnbull, KE. 1967. Studies in flock mating of sheep. 1. Mating behaviour. *Austr J Expr Agric*, 7, 103-109.
- Maxwell, W.M., de Graaf, S.P., Ghaoui, Rel-H. y Evans, G., 2007. Seminal plasma effects on sperm handling and female fertility. *Soc. Reprod. Fertil. Suppl.* 64, 12–38. Memon, M.A., Bretzlaff,

K.N., O

- McLachlan, R.I., O'Donnel, L., Meachem, S. J., Stanton, P.G., De Kretser, D.M., Pratis, K. y Robertson, D.M. 2002. Identification of specific sites of hormonal regulation in spermatogenesis in rats, monkeys and man. *Endoc. Soc.* 149 -178.
- Mellado, M. 2008. Técnicas para el manejo reproductivo de las cabras en agostadero. *Trop Subtrop Agroecosyt*, 9, 47-63.
- Merlos-Brito, M., Martínez-Rojero, R., Torres-Hernández, R., Mastache-Lagunas, A. y Gallegos-Sánchez, J. 2008. Evaluación de características productivas en cabritos Boer x local, Nubia x local y locales en trópico seco de Guerrero, México. *Vet. Méx.* 323-333.
- Miranda-de la Lama, G. y Mattiello, S. 2010. The importance of social behaviour for goat welfare in livestock farming. *Small Rum Res*, 90, 1-10.
- Machido, T., Yonezawa, Y. y Noumura, T. 1981. Age-associated changes in plasma testosterone levels in male mice and their relation to social dominance or subordination. *Horm. Behav*, 15, 238-245.
- Morrison, K. E., Bader, L. R., Clinard, C. T., Gerhard, D. M., Gross, S. E. y Cooper, M. A. 2014. Maintenance of dominance status is necessary for resistance to social defeat stress in Syrian hamsters. *Behav Brain Res*, 270, 277–286.
- Ocanto, D., Linares, T., Patiño, A., Ramos, C. y Escobar, S. 1991. Conducta sexual en machos criollo Río Limón y Brahman hasta la pubertad. *Rev Zootec trop*, 11, 55-70.
- Orgeur P., Mimouni P. y Signoret JP. 1990. The influence of rearing conditions on the social relationships of young male goats (*Capra hircus*) *Appl Anim Behav Sci*, 27, 105-113.
- Orihuela, A. 2014. Ram's sexual behavior. Review. *Rev Mex Cienc Pec*, 5, 49-89.
- Pelletier, F., y M. Festa-Bianchet. 2006. Sexual selection and social rank in bighorn rams. *Anim. Behav*, 71, 649–655.
- Pérez, B. y Mateos, E. 1991. Evaluación del comportamiento sexual en machos cabríos. *Mundo Ganadero*, 12, 41-44.
- Pérez-Barón, E. y Corredor-Camargo, E. 2014. Breeding soundness evaluation of the bull. *Rev Cienc Agric*, 11, 49-59.
- Pino, JA., Osses, N., Oyarzun, D., Farias, JG., Moreno, RD. y Reyes, JG. 2013. Differential effects of temperature on reactive oxygen/nitrogen species production in rat pachytene spermatocytes and round spermatids. *Reproduction*, 145, 203-212.
- Porras A. y Páramo R. 2009. Manual de prácticas de reproducción animal, México DF, México: Universidad Nacional Autónoma de México
- Price, E.O. y Smith, V.M., 1984. The relationship of male-male mounting to mate choice and sexual performance in male dairy goats. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 13:71-82.

- Price EO. 1987. Male sexual behavior. The Veterinary Clinics of North America. Food Anim Pract, 3, 405-422.
- Price, E. O., Wallach, S. J. R. y Dally, M.R. 1991. Effects of sexual stimulation on the sexual performance of rams. Appl Anim Behav Sci, 30, 333–340.
- Price, E. O., Borgwardt, R., Orihuela, A. y Dally, M.R. 1998. Sexual stimulation in male sheep and goats. Appl. Anim. Behav. Sci. 59, 317–322.
- Quintero, A., Mayorga-Torres, J. y Cardona, W. 2017. Semen analysis as a tool to predict the reproductive potential in bulls. J Vet Androl, 2, 30-37.
- Rands, S. A., Pettifor, R. A., Rowcliffe, J. M. y Cowlshaw, G. 2006. Social foraging and dominance relationships: the effects of socially mediated interference. Behav Ecol Soc, 572–581.
- Ritar, A.J. 1993. Control of ovulation, storage of semen and artificial insemination of fibre-producing goats in Australia: a review. Aust. J. Exp. Agric. 33, 807–820.
- Rossi, S., Matzkin, M., Terradas, C., Ponzio, R., Puigdomenech, E., Levalle, O., Calandra, R. y Frungieri, M. 2012. New insights into melatonin/CRH signaling in hamster Leydig cells. Gen Comp Endocr, 178, 153-163.
- Saladin, K. S. 2013. Anatomía y fisiología: La unidad entre forma y función / Kenneth S. Saladin (6a. ed. Capítulo 5). México D.F.: McGraw-Hill, pp 1036.
- Sánchez-Dávila, F., Bernal Barragán, H., del Bosque-González, A. S. y Ungerfeld, R. 2018. Social dominance and reproductive development in yearling bucks. Theriogenology, 110, 168–174.
- Sapolsky, R. y Ray, J., 1989. Styles of dominance and their endocrine correlates among wild olive baboons (*Papio anubis*). Am. J. Primatology 18, 1–13.
- Saunders FC, McElligott AG, Safi K. y Hayden TJ. 2005. Mating tactics of male feral goats (*Capra hircus*): risks and benefits. Acta Ethologica, 8, 103-110.
- Schwartz, D., Laplanche, A., Jouannet, P. y David, G. 1979. Within-subject variability of human semen in regard to sperm count, volume, total number of spermatozoa and length of abstinence. J. Reprod. Fert, 57, 391-395.
- Shackleton DM. 1991. Social maturation and productivity in bighorn sheep: are young males incompetent? Appl Anim Behav Sci, 29, 173-184.
- SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2017 INFOSIAP Producción agrícola [online]. Disponible en: <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php> Fecha de acceso: 12 de noviembre de 2018.
- Simitzis, P., Deligeorgis, S. y Bizelis, J. 2006. Effect of breed and age on sexual behavior of rams. Theriogenology, 65, 1480-1491.
- Solano, J., Galindo, F., Orihuela, A. y Galina, C.S., 2004. The effect of social rank on the

physiological response during repeated stressful handling in Zebu cattle (*Bos indicus*). *Phys Behav.* 82, 679–683.

Ungerfeld, R. y Lacuesta, L. 2010. Social rank during pre-pubertal development and reproductive performance of adult rams. *Anim Repr Sci*, 121,101-105.

Vallecillo, A., Miró-Arias, M., Roca, A. y Pons, A. 2011. Seminal characterization of the Menorquina sheep. *Archivo de zootecnia* 60, 349-352.

Vas, J., Chojnacki, R., Kjoren, M., Lingwa, C. y Andersen, I. 2013. Social interactions, cortisol and reproductive success of domestic goats (*Capra hircus*) subjected to different animal densities during pregnancy. *Appl Anim Behav Sci*, 147, 117-126.

Vejarano, O. A., Sanabria, R. y Trujillo, G. 2005. Diagnostic of bulls reproduction capability from three livestock farms of the upper Magdalena, *Revista MVZ Córdoba* 10, 648-662.

Wright, E., Galbany, J., McFarlin, S., Ndayishimiye, E., Stoinski, T. y Robbins, M. 2019. Male body size, dominance rank and strategic use of aggression in a group-living mammal. *Anim. Behav*, 151, 87-102.

Zarazaga, L., Celi, I., Guzmán, J. y Malpaux, B. 2012. Enhancement of the male effect on reproductive performance in female Mediterranean goats with long day and/or melatonin treatment. *Veterinary J*, 192, 441-444.